

Universitätsklinik , Zürich
Klinik für Ohren-, Nasen-, Hals und Gesichtschirurgie
Direktor/in: Prof. Dr. med. R. Probst

Betreuung der Masterarbeit: Dr. med. A. Monge Naldi
Leitung der Masterarbeit: KD Dr. med. D. Veraguth

Cochlea Implantat und Schwindel

Analyse der Häufigkeit und Art von Schwindel bei Patienten mit einem Cochlea Implantat
anhand einer retrospektiven Analyse im Universitätsspital Zürich.

MASTERARBEIT

zur Erlangung des akademischen Grades

Master of Medicine (M Med) der Medizinischen Fakultät der Universität Zürich

vorgelegt von
Annik Lichtenhahn (s07209745)
von Basel

Inhaltsverzeichnis

Abstract	4
Einleitung	5
Anatomie, Funktion und Dysfunktion des Gehörs und Gleichgewichtsorgans.....	6
Anatomische Grundlagen	6
Funktion der auditiven Wahrnehmung	6
Cochlea	6
Auditive Dysfunktion: Die Schwerhörigkeit	7
Therapieansätze der auditiven Dysfunktion	7
Hörgerätversorgung	8
Cochlea Implantat	8
Funktion des Gleichgewichtsorgans	9
Vestibuläre Dysfunktion: Definition und Formen des Schwindels	9
Benigner Paroxysmaler Lagerungsschwindel (BPLS).....	10
Akute einseitige Vestibulopathie	11
Bilaterale periphere Vestibulopathie.....	12
Morbus Menière.....	13
Weitere nicht vestibuläre Schwindelformen.....	14
Apparative vestibuläre Abklärung.....	14
Kalorik als Teil der Elektronystagmographie (ENG)	14
Vestibulär evozierte myogene Potentiale (VEMP).....	15
Video Kopf Impuls Test (KIT)	16
Dynamic visual acuity (dynamische Sehschärfe, DVA).....	17
Analyse der Schwindelhäufigkeit nach Cochlea Implantation	18
Methode.....	18
Ethik.....	19
Resultate	20
A) Alle Patienten	20
AI) Apparative vestibuläre Abklärungen	20
AIa) Anzahl Patienten mit apparativen vestibulären Abklärungen	20
AIb) Aufschlüsselung der apparativen vestibulären Abklärungen	21
AII) Anamnestischer Schwindel.....	24
AIII) Alter und Schwindel im Zusammenhang	26

AIV) Zusammenhang zwischen der Schwindeldiagnose und der audiologischen Diagnose bei allen Patienten mit anamnestischen Schwindel	26
B) Patienten mit ENG	28
BI) Patienten mit einem ENG	28
BII) Audiologische Diagnose	28
BIII) Kalorik als Teil der ENG-Auswertung	29
BIIIa) Auswertung der Kalorik	29
BIIIb) Detaillierte Auswertung der Kalorik	30
BIIIc) Detaillierte Auflistung der Patienten mit einem prä- und postoperativem ENG	30
BIV) Zusammenhang zwischen der audiologischen Diagnose und der Kalorik	31
BV) Anamnestischer Schwindel und ENG	32
BVa) Anamnestischer Schwindel bei Patienten die ein ENG hatten	32
BVb) Schwindeldiagnose bei den Patienten mit anamnestischen Schwindel und einem ENG	33
BVI) Zusammenhang zwischen der Schwindeldiagnose und der Kalorik	34
BVII) Zusammenhang zwischen anamnestischen Schwindel und ENG-Auswertung	35
BVIII) Audiologische Diagnose bei Patienten mit Schwindel und ENG	36
BIX) Zusammenhang zwischen der Schwindeldiagnose und audiologischen Diagnose bei Patienten mit einem ENG	36
BX) Zusammenhang zwischen der Schwindeldiagnosen und Audiodiagnosen bei Patienten mit einem pathologischen ENG	38
Diskussion	39
Wichtigste Resultate	39
Vergleich mit anderen Publikationen	41
Stärken und Limitationen der Studie	41
Fragen und Implikationen für die Klinik und Praxis	41
Literaturverzeichnis	43
Liste der Tabellen	45
Liste der verwendeten Abkürzungen	45
Lebenslauf	47

Abstract

Ziel: Feststellen der Häufigkeit und Art des Schwindels bei Patienten mit einer Cochlea-Implantation im Universitätsspital Zürich. Zusätzliche Überprüfung der Auswertungen der seit Jahren durchgeführten prä- und teils vorhandenen postoperativen Untersuchungen der vestibulären Funktion. Im Zentrum standen Funktions-Veränderungen des vestibulären Apparates nach der Operation im Vergleich mit dem Zustand vor dem Eingriff.

Methode: Retrospektive Analyse der 291 in die Analyse eingeschlossenen Patienten mit einseitiger oder beidseitiger Cochlea-Implantation. Die Erfassung der Daten erfolgte anhand der MIS-Datenbank der ORL-Klinik des Universitätsspitals Zürich. Als Grundlage dienten die apparativen vestibulären Abklärungen. Es wurden die vestibulären Abklärungen vor, und wenn vorhanden, nach der Operation berücksichtigt.

Resultate: 46% der 291 Patienten hatten präoperativ eine apparative vestibuläre Abklärung. Postoperativ erhielten nur 13% dieser Patienten eine Abklärung, wobei die Anzahl der apparativen Abklärungen in den letzten Jahren deutlich zugenommen hat. Ein anamnestischer Schwindel wurde von den 291 Patienten in 17% präoperativ, in 34% postoperativ angegeben. Unter der Annahme, dass alle Patienten die keine explizite Schwindelangabe oder keine apparative vestibuläre Abklärung hatten, keinen Schwindel hatten, ergibt sich eine Häufigkeit von Schwindel präoperativ bei 8% und postoperativ bei 14%. Die Auswertung der Kalorik ergab durch die geringe Anzahl der postoperativen Untersuchungen kein aussagekräftiges Resultat. Es konnten aber einige Zusammenhänge der Ätiologie des Schwindels und Schwerhörigkeit mit dem Auftreten von Schwindel oder einer pathologischen Kalorik erkannt werden.

Schlussfolgerung: Nach der Analyse der Daten kann eine Tendenz, aber keine sichere Verknüpfung zwischen der Cochlea-Implantation und der beeinträchtigten Vestibularfunktion gemacht werden. Wir können jedoch zwei zusätzliche Schlussfolgerungen ziehen: Erstens sollten die präoperative Diagnostik und die Anamnese standardisiert werden. Zweitens kann beim grössten Teil der Patienten mit anamnestischem Schwindel und mit der heutigen Untersuchung die Ursache eruiert werden.

Einleitung

Der Schwindel ist eine häufige Folge der Cochlea-Implantation.

Schwindel ist eine subjektive Störung der Raumorientierung. Diese von Patienten sehr unterschiedlich beschriebene gestörte sensorische Informationsverarbeitung ist schwer zu erfassen. Als wichtige Komplikation eines Cochlea-Implantates, haben wir den Schwindel im Zusammenhang mit der Einführung einer Elektrode ins Innenohr quantitativ untersucht. Seit 1977 wurden mehr als 600 Cochlea Implantate im Universitätsspital Zürich eingesetzt.

Verschiedenen Studien zufolge (1, 2) ist die Cochlea-Implantation ein relativ komplikationsarmer Eingriff sein. Die nahen anatomischen Verhältnisse im Innenohr sind bei der Operation jedoch ein Risiko für die Funktion des Gleichgewichtorgans. Die Folge der Operation sind oftmals Gleichgewichtsprobleme oder ein Schwindel, wie dies die East Danish Cochlear Implant Center Studie beschreibt. (2) Gemäss dieser Studie betrug die totale (Kinder und Erwachsene) Komplikationsrate 29.1%. Davon waren aber nur 1.8% schwerwiegend. (Schwerwiegende Komplikationen wurden durch die folgenden Kriterien definiert: (1) Signifikantes medizinisches Problem, (2) Zusätzlich benötigte Operationen, (3) Explantation des Cochlea Implantates, (4) permanente Invalidität). Bei den Erwachsenen Patienten betrug die Komplikationsrate 58,8%. 1,6% davon waren schwerwiegende Komplikationen. Am häufigsten traten Schwindel und Unsicherheit auf. Nach dieser Studie betrug die Schwindelhäufigkeit 25%. Andere Komplikationen waren in 8.9% Wundinfekte und in 5.7% transiente Chorda Tympani Syndrome. Die pädiatrischen Patienten hatten eine Komplikationsrate von 14,9% mit in 1,9% schwerwiegenden Komplikationen. Die Kinder litten in 3,8% an Wundinfektionen, 2,2% an Schwindel und in 2,2% an Hämatomen oder Ödemen. (2)

In unserer Analyse interessieren uns der Schwindel und die Gleichgewichtsprobleme bei Patienten mit einem im Universitätsspital Zürich eingelegten Cochlea-Implantat. 625 Patientendaten wurden in unserer retrospektiven Datenanalyse verwendet.

Zum besseren Verständnis werden in der Folge die Anatomie, Funktion und Dysfunktion des Innenohrs aufgelistet. Die Bestandteile des Innenohrs, die Cochlea und die Vestibularorgane werden jeweils getrennt voneinander beschrieben.

Anatomie, Funktion und Dysfunktion des Gehörs und Gleichgewichtsorgans

Anatomische Grundlagen

Das Ohr setzt sich aus 3 Bereichen zusammen. Dem sichtbaren äusseren Ohr, dem Mittelohr und dem Innenohr. Das Innenohr, auch Labyrinth, enthält die Sinneszellen, welche die sensorischen Informationen auswerten. Das Innenohr enthält die Cochlea und die Vestibularorgane. Sie befinden sich im Pars petrosus ossis temporalis und setzen sich aus einem knöchernen und dem darin liegenden häutigen Teil zusammen. Der Raum dazwischen ist durch natriumreiche Perilymphe gefüllt. Der häutige Anteil enthält kaliumreiche Endolymphe welche die Sinneszellen der Cochlea und des vestibulären Labyrinths umspült. (3)

Funktion der auditiven Wahrnehmung

Zur akustischen Wahrnehmung werden Schallwellen in Nervenimpulse umgewandelt und ins Gehirn geleitet.

Die Schallwellen gelangen von der Ohrmuschel über den Gehörgang in die Paukenhöhle mit den Gehörknöchelchen. Über eine Impedanz-Änderung werden die Wellen in eine mechanische Bewegung des Steigbügels umgewandelt. Durch das ovale Fenster wird die Perilymphe im Innenohr in Bewegung gebracht. Die Schwingung gelangt vom Vestibulum in die Scala vestibuli und wird auf die Basilarmembran übertragen. Die frequenzspezifischen Sinneszellen, die auf der Basilarmembran haften, depolarisieren durch das Einfließen von Endolymphe und aktivieren die Fortleitung der Impulse ins Gehirn.

Als zentrale Schaltstation des Gehörs und als Wirkungsort des Cochlea Implantates wird die Cochlea im folgenden Abschnitt detaillierter beschrieben.

Cochlea

Die Cochlea, das akustische Sinnesorgan, besteht aus der Scala vestibuli, Scala tympani und der Scala media. Sie winden sich in der knöchernen Schnecke bis zur Spitze wo sich das Helicotrema, die Verbindung von der Scala vestibuli und Scala tympani, befindet. Das Corti Organ welches auf der Basilarmembran liegt und Sinneszellen enthält, bildet mit der Reissnermembran die Scala media. (3)

Das Corti Organ enthält die Sinnes- und Stützzellen, die auf der Basilarmembran haften. Es existieren innere und äussere Haarzellen. Die inneren Haarzellen sind die eigentlichen Hörzellen welche die meisten Verbindungen mit den afferenten Nerven aufweisen. Ihre Stereozilien ragen in den endolymphatischen Raum zwischen der Tektorial- und der Retikularmembran. Die Stereozilien der äusseren Haarzellen stecken in der Tektorialmembran die von der Lamina spiralis ossea ausgeht und darin verankert ist. Die Fixation der Tektorialmembran ermöglicht eine Aktivierung der äusseren Haarzellen, indem die Stereozilien bei Schwingung der Basilarmembran genügend stark ausgelenkt werden. Durch die charakteristisch mechanischen Eigenschaften der Basilarmembran können bei verschiedenen Frequenzen an ihrer spezifischen Stelle die äusseren Haarzellen kontrahieren und maximale Amplituden auslösen. Diese Kontraktion aktiviert wiederum die inneren Haarzellen. Auf diesem Weg gelangt die akustische Information zu den afferenten Nerven des akustischen Systems. (3)

Auditive Dysfunktion: Die Schwerhörigkeit

Definitionsgemäss besteht die Schwerhörigkeit in einem verminderten Hörvermögen. (4) Schwerhörigkeit wird in zwei Formen eingeteilt. Zum einen gibt es die Schallleitungsschwerhörigkeit und zum anderen die Schallempfindungsschwerhörigkeit.

Bei der *Schallleitungsschwerhörigkeit* ist die Übertragung des Schalls über Luftleitung reduziert. Dies bedeutet, dass die Hörschwelle der Luftleitung schlechter als diejenige der Knochenleitung liegt. Für eine Erregung über die Luftleitung braucht es dementsprechend grössere Lautstärkepegel. Die Ursache für eine Schallleitungsschwerhörigkeit liegt im Gehörgang oder im Mittelohr.

Die *Schallempfindungsstörung* äussert sich dadurch, dass sich die Hörschwellen gemessen über den Knochen und die Luftleitung nicht unterscheiden. Die Ursache für diese Störung liegt in der Cochlea, im Hörnerv oder im Zentralnervensystem. (5)

Therapieansätze der auditiven Dysfunktion

Versagt das Gehör oder ist kein befriedigendes Sprachverständnis mehr vorhanden, existieren verschiedene therapeutische Verfahren zur auditiven Rehabilitation. In vielen Fällen sind diese erfolgreich und verbessern die Lebensqualität der Patienten nachhaltig.

Hörgerätversorgung

Bei mittel- bis hochgradiger Schwerhörigkeit werden oft Hörgeräte eingesetzt. Sie werden zur symptomatischen Verbesserung des Sprachverstehens verwendet.

Prinzipiell wird der Schall über ein Mikrophon empfangen. Die Signale werden von Störgeräuschen gefiltert und vorverstärkt. Ein individueller Audioprozessor bearbeitet das Schallsignal, verstärkt die leisen Signale, selektiv in verschiedenen Frequenzbändern. Dahinter gibt es einen ohrseitigen, nach Art der Schwerhörigkeit angepassten Wandler. Dieser besteht meistens aus einem elektroakustischen Hörer der mit Hilfe eines Lautsprechers den Schall in den Gehörgang abgibt, einem Körperschallgeber bei Knochenleitungsstörungen oder bei implantierbaren Hörgeräten aus einem piezoelektrischen und elektromagnetischen Wandler.

Die Hörgeräte bei Schalleitungsstörungen können ausserhalb oder im Ohr getragen werden.

Ein Hörgerät stellt für viele Patienten, die noch eine funktionierende Schallübertragung von der Cochlea bis zur Hörrinde haben, eine wertvolle Hilfe dar. Trotz Hörgerät haben die Patienten aber in lauten Räumen und bei Störgeräuschen oft Verständnisschwierigkeiten. (3, 5)

Cochlea Implantat

Versagt das natürliche Gehörorgan zu stark um es mit konventionellen Hörgeräten zu unterstützen oder besteht nur noch eine Resthörigkeit bietet sich ein Cochlea-Implantat an. Dieses kann Patienten mit noch funktionierenden Nerven jedoch nicht intakten Sinneszellen zu einer erneuten Hörsensation verhelfen.

Das Cochlea-Implantat ist eine Innenohr-Prothese zum Ersatz der Hörfunktion. (5) Durch gezielte Stimulation des Hörnervs wird eine akustische Information ins Gehirn geleitet. Dies ermöglicht Patienten wieder zu hören.

Das Cochlea-Implantat funktioniert durch Umwandlung von Schallwellen in elektrische Signale. Diese werden über Elektroden in der Cochlea an den Hörnerv weitergeleitet. Für den Prozess braucht es ein Mikrophon das hinter dem Ohr platziert wird. Die Schallwellen gelangen vom Mikrophon zu einem Sprachprozessor der die akustische Information auswertet und an eine Sendespule weiterleitet. Über Radiofrequenzen werden die Impulse an das Implantat gesendet. Im Implantat werden die Impulse in elektrische Signale umgewandelt und

an die Elektroden in der Cochlea weitergeleitet. Die Elektroden stimulieren den Hörnerv und erzeugen eine akustische Wahrnehmung. (3)

Für diesen Prozess braucht es einen implantierten Teil. Die Operation erfolgt standartgemäss über einen retroaurikulären Hautschnitt. Für das Implantat wird ein Knochenbett hinter der Ohrmuschel ins Mastoid gebohrt. Durch eine Mastoidektomie wird der Zugang zum Mittelohr gewährleistet und dann eine Cochleostomie in der Nähe des runden Fensters durchgeführt. Durch diese Öffnung werden die Elektroden in die Scala tympani eingeführt.

Dieses Vorgehen ist eine sehr sichere Methode für den Patienten. Jedoch gibt es auch hier Komplikationen, die auftreten können. Schwindel ist eine der häufigeren, weshalb das Gleichgewichtsorgan und seine Dysfunktion im nächsten Abschnitt näher erklärt wird. (6)

Funktion des Gleichgewichtsorgans

Das vestibuläre Labyrinth besteht aus den 3 Bogengängen, dem Utrikulus und dem Sakkulus.

Die Bogengänge haben die Funktion, Winkelbeschleunigungen zu erkennen. Sie sind in alle 3 Raumrichtungen ausgerichtet und enden jeweils mit einer Ampulle beim Utrikulus. In der Ampulle liegen die Sinneszellen, eingebettet in die Crista ampullaris. Die Stereozilien haften in der Cupula und werden bei Rotationsbewegungen mit der Endolymphe in die gegensätzliche Richtung der Rotation ausgelenkt. Bei einem adäquaten Reiz wird die Information ans vestibuläre System weitergeleitet.

Der Otolithenapparat besteht aus der Macula utriculi und Macula sacculi. Bei aufrechter Haltung steht der Utrikulus waagrecht, der Sakkulus in etwa senkrecht. Damit können die Linearbeschleunigungen in beide Richtungen registriert werden. Die Stereozilien der Sinneszellen sind in der Otolithenmembran verankert. So werden sie gegenüber der Sinneszellschicht verschoben und registrieren die Stellung vom Kopf im Raum. Auch hier wird die Information an die Vestibulariskerne gesendet. (3)

Vestibuläre Dysfunktion: Definition und Formen des Schwindels

Der Schwindel ist ein Oberbegriff für eine subjektive Störung der Orientierungen des Körpers im Raum. (4) Er entsteht durch widersprüchliche sensorische Informationsverarbeitung. (3) Die Patienten empfinden den Schwindel auf unterschiedliche Weise. Es gibt den sogenannten Drehschwindel, der eine scheinbare Bewegung der Umgebung hervorruft, den Schwankschwindel mit dem Gefühl der Boden schwanke, den Liftschwindel mit dem Gefühl

zu sinken oder gehoben zu werden und den Benommenheitsschwindel ohne Bewegungssillusion. (4) Das Vestibularsystem ist vielfach neuronal verschaltet und hängt deshalb von vielen Einflüssen ab. Der Schwindel resultiert aus labyrinthären, propriozeptiven, spinalen, zentralen, optischen und psychischen Störungen. (7)

Grob wird er in den peripher-vestibulären, zentral bedingten, nicht vestibulären und psychogenen Schwindel aufgeteilt.

In den folgenden Abschnitten werden die am häufigsten auftretenden vestibulären Schwindelformen, die im Zusammenhang mit dem Cochlea Implantat auftreten können, kurz erläutert.

Benigner Paroxysmaler Lagerungsschwindel (BPLS)

Definition

Ein Schwindel der durch die Lageänderung des Kopfes ausgelöst wird. (4)

Klinik

Der BPLS ist ein sehr häufiger, gutartiger Lagerungsschwindel, der mit einem heftigen plötzlich einsetzenden Drehschwindel einhergeht. Dieser Schwindel dauert Sekunden bis Minuten an. Er wird durch die Bewegung des Kopfes ausgelöst und endet meistens nach 2-6 Wochen. Oft kommt es aber nach einer gewissen Zeit zu wiederauftretenden Symptomen.

Ursache

Nach der Kanalolithiasis- Vorstellung (Pares u. McClure 1991, Epley 1992, Brandt u. Stedding 1992) (7) lösen sich kleine Otolithenpartikel durch Traumata, akute Vestibularausfälle oder idiopathische Vorgänge. Diese Partikel lagern sich meist im posterioren, seltener im anterioren, horizontalen (lateralen) Bogengang oder auf der Cupula (8) ab und können bei der Bewegung des Kopfes verlagert werden. Sobald eine ruhende Position wieder eingenommen wird, folgen die Teilchen der Schwerkraft. Dabei können sie die Haarzellen auslenken sodass eine Drehsensation entsteht. Diese wird dann als der benigne paroxysmale Lagerungsschwindel bezeichnet.

Diagnose

Zur Diagnose eines BPLS des posterioren Bogengangs kann mit einfachen Lagerungsmanövern gearbeitet werden. Mit dem Dix- Hallpike-Manöver wird typischerweise

ein geotroper (zum untenliegenden Ohr hin) rotatorischer Nystagmus auf die eine Seite mit einer Verzögerung von 10 Sekunden ausgelöst. Nach anfänglicher Zunahme nehmen die Augenbewegungen wieder ab. Nimmt der Patient nach Abklingen des Schwindels wieder eine Normalposition ein, setzen ein abgeschwächter Schwindel und Augenbewegungen in die entgegengesetzte Richtung ein. Nach mehreren Wiederholungen erschöpft sich der Nystagmus.

In selteneren Fällen tritt ein BPLS des horizontalen oder des anterioren Bogengangs auf. Die Symptome unterscheiden sich von den obigen. Beim horizontalen BPLS wird der Schwindel durch Drehen des Kopfes nach rechts oder links in liegender Position ausgelöst. Der simultane Nystagmus ist rein horizontal. Der Nystagmus und der Schwindel sind stärker und können am Ende der Attacke die Richtung wechseln. (3, 7, 9)

Ist der vordere Bogengang betroffen wird der Schwindel auch durch die Bewegung um 45° mit Hilfe des Dix-Hallpike-Manövers ausgelöst. Hier wird jedoch der Kopf maximal rekliniert. Der ausgelöste Downbeat-Nystagmus hat eine rotatorische geotrope Komponente. (10)

Die Therapie des BPLS ist das Semont oder häufiger das Epley-Mannöver beim posterioren Bogengang oder die „Barbecue“-Rotation beim horizontalen Bogengang. (10)

Akute einseitige Vestibulopathie

Definition

Unter der akuten einseitigen Vestibulopathie wird ein akuter einseitiger Ausfall der Vestibularorgane verstanden. (4)

Klinik

Der Labyrinth-Ausfall bewirkt eine plötzliche Einschränkung der peripher vestibulären Funktion auf einer Seite. Dadurch entsteht ein plötzlicher, heftiger Drehschwindel zur gesunden Seite mit einer Fallrichtung in die andere Richtung. Während eines akuten Anfalls hat der Patient bei kleinsten Bewegungen Schwindel. Er hält als Dauerschwindel nur einige Tage an bis sich das Gleichgewicht langsam erholt (Vestibuläre Kompensation). Danach ist er aber während Wochen bis Monaten noch provozierbar. Nausea, Erbrechen und starke Gleichgewichtsstörungen treten oft auf. Tinnitus, Schmerzen, Schwerhörigkeit und neurologische Symptome fehlen.

Ursache

Es ist entweder eine Entzündung des N. cochleovestibularis mit vorangegangenem viralen Infekt, eine Durchblutungsstörung oder eine metabolische Störung als Ursachen anzunehmen.

Diagnose

Diagnostisch finden sich ein Spontannystagmus zur gesunden Seite, ein pathologischer Kopfpulstest mit Einstellsakkaden auf der betroffenen Seite und eine Untererregbarkeit des Labyrinths. Typischerweise haben die Patienten keinen Tinnitus, keine Hörverminderung oder Bewusstseinsminderungen. (3, 7)

Bilaterale periphere Vestibulopathie

Definition

Bei der bilateralen peripheren Vestibulopathie sind die Vestibularorgane beidseits ausgefallen.

Klinik

Fallen beide Vestibularorgane aus oder tritt eine hochgradige Untererregbarkeit auf, werden Gleichgewichtsbeschwerden beklagt. Sie treten nicht in Ruhe, jedoch bei geringster Bewegung bereits als sehr starken nicht richtungsweisenden Schwindel auf.

Ursache

Ein beidseitiger Ausfall wird meistens aufgrund einer systemischen oder durch eine isolierte beidseitige Beeinträchtigung des vestibulären Apparates verursacht. Beispiele sind das Cogan Syndrom, Toxische Schäden oder eine Meningitis.

Diagnose

Diese Patienten haben aufgrund des symmetrischen Ausfalls keinen Spontannystagmus. Bei Bewegungen leiden Sie aber unter einem verschwommenen Blickfeld (Oszillopsien). Sie haben eine Falltendenz in die gleiche Richtung wie sich der Kopf dreht. (3, 7)

Morbus Menière

Definition

Der M. Menière ist eine peripher vestibuläre Erkrankung bei welcher die Symptome Tinnitus, Hörverlust und Schwindel simultan auftreten. Oft breitet sie sich von einem unilateralen Befall auf beide Seiten aus.

Klinik

Beim M. Menière treten die Drehschwindelattacken ohne Vorankündigung auf und dauern Minuten bis Stunden. Dabei können auch Geh- und Stehunsfähigkeit auftreten sowie Übelkeit, Erbrechen, Schweissausbrüche, Desorientiertheit und Angst.

Der tieftonbetonte Hörverlust ist anfangs nahezu reversibel, später bleibt er bestehen. Bei einem fortgeschrittenen M. Menière kann sich der Hörschaden auf den gesamten Frequenzbereich ausbreiten.

Der Tinnitus verstärkt sich während des Anfalls, danach fehlt er oder bleibt in geringer Intensität erhalten. Mit der Zeit kann ein ständiges Ohrgeräusch bestehen bleiben.

Ursache

Der Auslöser der Krankheit ist gemäss der heutigen Erkenntnis ein Hydrops endolymphaticus. Dieser ist auf eine Resorptionsstörung im Bereich des Sakkulus zurückzuführen, was zu einem Anstieg der Ionenkonzentration in der Cochlea führt. Durch Defekte der Schlussleisten strömt im Moment des Anfalls sehr viel Kalium in den Perilymphraum. Dieses schnelle Überfluten des Perilymphraumes führt zu einer Dauerpolarisation der Haarzellen. Dadurch werden auch die vestibulären Zellen dauerpolarisiert. Schlussendlich wird eine Art Paralyse des vestibulären und auditiven Systems verursacht, was die Symptome des M. Menière erklären kann.

Diagnose

Während eines Anfalls kann bei der Untersuchung ein heftiger Spontannystagmus zur gesunden Seite beobachtet werden. Nach der Attacke wechselt er oft seine Richtung oder fehlt.

In anfallsfreien Intervallen zeigen die Patienten im Elektronystagmogramm oft eine geringere Erregbarkeit auf der kranken Seite und eventuell eine Innenohrschwerhörigkeit. (7, 9)

Weitere nicht vestibuläre Schwindelformen

Weitere Schwindelformen die in den Patientendaten aufgetreten sind, waren der internistische und der zentral bedingte Schwindel.

Zum internistischen Schwindel werden alle Schwindelformen gezählt die durch eine Störung des Blutkreislaufes (Rhythmusstörungen, Hypotonie, Kardiomyopathie etc.) oder durch eine Anämie erklärt werden können. Die häufigsten Ursachen können Herz-Kreislaufkrankheiten wie Herzrhythmusstörungen oder eine orthostatische Hypotonie sein. (9) Oft beschreiben die Patienten den Schwindel als ein „Schwarz vor den Augen werden“ oder ein „sich betrunken fühlen“.

Bei einem zentral bedingten Schwindel handelt es sich um eine neurologische Schädigung der vestibulären Bahnen, des vestibulären Cerebellums oder der Vestibulariskerne. Die Patienten leiden an Ataxie mit wenig zentral-vestibulären Schwindelbeschwerden, haben eine gestörte langsame Blickmotorik, einen Blickrichtungsnystagmus oder einen unregelmässigen Nystagmus mit Schlagrichtung nach oben oder unten. (3, 7) Diese Form des Schwindels wird aber vorwiegend von neurologischen Zentren abgeklärt und behandelt, weshalb hier nicht weiter darauf eingegangen wird.

Apparative vestibuläre Abklärung

Ziel ist es die Ursache des Schwindels einzugrenzen und zu definieren. Dazu werden verschiedene Untersuchungstechniken verwendet. Die wichtigsten apparativen Untersuchungen sind anschliessend kurz dargelegt. (5)

Kalorik als Teil der Elektronystagmographie (ENG)

Prinzip

Das ENG besteht aus verschiedenen Teilen. In dieser Analyse wurde jedoch nur die Kalorik ausgewertet. Aus diesem Grund wird hier nur das Prinzip dieses Tests erklärt. Bei der kalorischen Prüfung wird die Endolymph am äusseren Schenkel beim horizontalen Bogengang in Bewegung gebracht. Diese Strömung wird durch Abkühlung (30°C) oder Erwärmung (44°C) erreicht. Bei der Abkühlung auf der einen Seite entsteht eine Cupulaausbuchtung in die gegensätzliche Richtung, die zur Hyperpolarisation der Haarzellen

führt und somit auch zu einem Nystagmus zur anderen Seite. Bei der Erwärmung werden die Sinneszellen im gleichseitigen Gleichgewichtsorgan depolarisiert und der Ruhetonus erhöht. Dies führt zu einem Nystagmus zur gleichen Seite. (5)

Durchführung

Zur Durchführung der Spülung wird der Kopf des Patienten in Optimumstellung gebracht, das bedeutet im Sitzen um 60° zurückgeneigt. Dann werden in Minutenabständen die 4 Spülungen durchgeführt. Auf jedem Ohr eine 30°C und 44°C warme Spülung. Durch Aufzeichnung der Augenbewegungen können Rückschlüsse auf die Funktion des horizontalen Bogengangs gemacht werden. (3)

Beurteilung

Zur Auswertung der Kalorik gibt es nur Richtwerte, keine absoluten Werte. (7) Bei dieser Studie sind diese Richtwerte die folgenden:

Unter einer normalen Kalorik wird ein Seitenunterschied der weniger als 25 % beträgt verstanden. Sobald die Werte davon abweichen, wird zwischen einer beidseitig oder einseitig pathologischen Kalorik unterschieden. Werte die in der Warm- oder Kaltprüfung unter 5°/s fallen, sind pathologisch. Werte im Grenzbereich zwischen 5 -7°/s gelten als grenzwertig untererregbar.

Vestibulär evozierte myogene Potentiale (VEMP)

Prinzip

Die Rezeptoren des Gleichgewichtsorgans haben neben der vestibulären Funktion auch eine frequenzabhängige Empfindlichkeit auf akustische Reize. Beim Sakkulus ist beispielsweise ein Luftleitungsreiz von 500 Hz ein optimaler Stimulus. Die akustische Energie kann durch druckinduzierte und hydromechanische Änderungen die Haarzellen der Otholithenorgane aktivieren, die Vorgänge sind jedoch nicht vollständig geklärt.

Die Reize werden dann über den N. vestibularis und ein zweites Neuron in die Vestibulariskerne geleitet. Von dort gelangen sie über den Tractus vestibuloreticularis und den Tractus vestibulospinalis über Motoneuronen zu den Flexoren und Extensoren. (11)

Die cVEMP werden vom M. sternocleidomastoideus abgeleitet. Mit den cVEMP kann die unilaterale Funktion des Sakkulus und des Gleichgewichtsnervs gemessen werden. Der Reflex

wird vestibulocollischer oder sacculocollische Reflex genannt. Er verläuft vom N. vestibularis ins Ganglion vestibulare und in den Hirnstamm wo eine neuronale Umschaltung stattfindet. Über den Tractus vestibulospinalis medialis und den N. accessorius gelangen die Impulse dann zum M. sternocleidomastoideus.

Die oVEMP werden vom M. obliquus inferior gemessen. Es wird ein vestibulookulärer Reflex ausgelöst. Auch hier werden durch Tonreize Muskelzuckungen, in Form von reflektorischen Augenbewegungen, induziert. Vom N. vestibularis gelangen die Impulse zum Vestibulariskernkomplex und kreuzen danach zur kontralateralen Seite im Hirnstamm. Über den Fasciculus longitudinalis medialis gelangen sie dann zu den Augenmuskeln wo sie elektrisch gemessen werden.

Durchführung

Zur Durchführung des cVEMP werden Elektroden über dem M. sternocleidomastoideus angebracht. Mit Kopfhörern werden dann laute Klicklaute abgespielt und dadurch Nervenimpulse ausgelöst. Diese Impulse verursachen kurze Zuckungen der Halsmuskeln und lassen sich elektrophysiologisch ableiten.

Beim oVEMP werden die Elektroden auf der Höhe der Margo infraorbitalis befestigt. Mit dem Kopfhörer werden wiederum Töne appliziert und die entsprechenden Muskel-Potentiale abgeleitet.

Bei diesem Test wird das Hörorgan, die Cochlea nicht gebraucht weshalb der Test auch bei völlig ertaubten Patienten mit Innenohrschaden durchführbar ist. Bei Patienten mit einer Schallleitungsstörung im Mittelohr gelingt dies aber oft nicht. (9, 11)

Video Kopf Impuls Test (KIT)

Prinzip

Der Kopf Impuls Test untersucht die 3 Bogengänge getrennt voneinander. Mit Hilfe von schnellen Rotationsbewegungen des Kopfes, werden die Vestibularorgane gereizt. Dabei werden die Augenbewegungen aufgezeichnet. Durch den Vergleich der Geschwindigkeit der Kompensationsbewegung der Augen mit der Bewegung des Kopfes kann die Funktion des vestibulären Systems gemessen werden.

Durchführung

Zur Testung des Horizontalen Bogenganges fixiert der Patient in sitzender Position einen Punkt. Der Untersucher dreht dann den Kopf mit einer hohen Beschleunigung um 20-30° nach links oder rechts. Testet man den anterioren oder posterioren Bogengang müssen die Bewegungen in diagonalen Ebene durchgeführt werden.

Beurteilung

Die Beurteilung erfolgt über einen sogenannten Gainwert. Ist dieser Wert gleich eins, sind die kompensatorischen Augenbewegungen des Kopfes gleich schnell wie die Bewegung des Kopfes. Ist der Gainwert in eine Richtung kleiner, sind die Augenbewegungen nicht genügend schnell und der Patient macht erkennbare Rückstellsakkaden in Richtung des zu fixierenden Punktes. Diese ungenügend schnelle Kompensation kann den Schwindel erklären. (7)

Dynamic visual acuity (dynamische Sehschärfe, DVA)

Prinzip

Der Test ist ein einfacher Test mit hoher Sensitivität und Spezifität. (12) Mit einer Snellen Sehtafel oder mit Landoltringen wird die Sehschärfe während schnellen Kopfbewegungen getestet. Er beruht auf der Tatsache, dass der Vestibulookuläre Reflex bei peripher vestibulären Störungen in seiner Effektivität abnimmt. Sobald der Reflex die schnelle kompensatorische Augenbewegung bei der Bewegung des Kopfes nicht mehr erfüllen kann, nimmt die Sehschärfe ab. Die dynamische Sehschärfe kann somit einen indirekten Hinweis auf die Funktion des vestibulookulären Reflexes und der Bogengänge geben.

Durchführung

Bei schnellen Bewegungen des Kopfes, muss der Patient die Zeichen in einiger Entfernung erkennen und auf eine Tastatur drücken. Sind die Angaben der gedrückten Zeichen korrekt, werden die Zeichen verkleinert. Dieses Vorgehen wird so lange wiederholt, bis der Patient die Zeichen nicht mehr erkennt.

Beurteilung

Werden die Augen um mehr als 2°/s bis 4°/s abgelenkt, verschwimmen die „E“ oder Landoltringe vor den Augen des Patienten und er benötigt grössere Zeichen. Dies kann ein Defizit der Vestibularorgane bedeuten. (13)

Analyse der Schwindelhäufigkeit nach Cochlea Implantation

Methode

Die retrospektive Analyse erfolgte anhand der ORL-Datenbank im Universitätsspital Zürich. Als Grundlage dienten alle 625 Operationen zwischen 1977 und 2010, bei denen ein Cochlea-Implantat eingesetzt wurde. Weil in dieser Liste alle Operationen aufgelistet sind und Patienten mit bilateraler Implantation doppelt aufgeführt werden, musste auf die effektive Anzahl Patienten gekürzt werden. Patienten unter 18 Jahren wurden ausgeschlossen, weil die subjektive Schwindel-Wahrnehmung bei Kindern schwer zu erfassen ist. Die endgültige Anzahl Patienten für die Analyse beträgt 291.

Die Datenbank umfasst apparative, diagnostische und subjektive Berichte. Bei der apparativen vestibulären Abklärung wurde die Elektronystagmographie (ENG) am häufigsten durchgeführt. Anstelle der elektronystagmographischen Untersuchung von heute, wurde früher ein Nystagmogramm erstellt.

Bei der fortlaufenden Datenerfassung wurden alle Patienten ermittelt, bei denen eine apparative vestibuläre Abklärung durchgeführt wurde. Dabei sind wir davon ausgegangen das alle Patienten mit einem Schwindel auch eine apparative vestibuläre Abklärung hatten. In dieser ersten Auswahl sind alle 142 Patienten mit einem ENG oder einem Nystagmogramm erfasst. Diese Daten wurden für den ersten Teil der Auswertung verwendet.

In einem zweiten Teil wurden nur noch die 111 Patienten die mindestens ein ENG hatten in die Analyse eingeschlossen. Von diesen 111 Patienten hatten 7 Patienten 2 ENGs was die Differenz im Diagramm B1-11 erklärt. Die Patienten, bei denen nur ein Nystagmogramm vorhanden war, wurden ausgeschlossen.

Zusätzlich sind die Untersuchungen Vestibulär evozierte myogene Potentiale (VEMP), Kopf-Impulstest (KIT) und Dynamic visual Acuity (DVA) quantitativ ausgewertet worden.

Die Diagnose und die anamnestische Information der jeweiligen Patienten entnehmen wir den Berichten der MIS-Datenbank des Universitätsspitals Zürich. Die Patientenberichte beinhalten oft die bereits klinisch ermittelten Diagnosen für den Schwindel und Angaben zur Hörschädigung. Um die subjektive Schwindelerfahrung der Patienten bestmöglich zu eruieren, wurden zusätzlich alle Verlaufseinträge gelesen. Diese Einträge wurden bis zum Juli 2011 berücksichtigt.

In den folgenden Resultaten sind der Schwindel und die Gleichgewichtsstörungen unter dem Begriff Schwindel zusammengefasst. Die Schwindeldiagnose „unklarer Schwindel“ und die audiologische Diagnose „Andere“ sind beides Bezeichnungen für eine unbekannte Ätiologie der Beschwerden.

Bei nicht übereinstimmenden prä- und postoperativen Daten, ist dies auf die fehlende oder ungenaue Dokumentation zurückzuführen.

Ethik

In dieser Analyse wurden sämtliche Patientendaten in anonymisierter Form ausgewertet. Der Schutz der Patienten wurde somit vollständig gewährleistet.

Resultate

Vom Jahre 1977 bis 2010 wurden 625 Cochlea Implantationen durchgeführt. 291 Patienten die zwischen 1987 bis 2010 operiert wurden, konnten eingeschlossen werden. Die 324 ausgeschlossenen Patientendaten beinhalteten die doppelten Einträge bei bilateraler Implantation und Revisionsoperationen und die Patienten unter 18 Jahren. Rund die Hälfte dieser Patienten hatte eine apparative vestibuläre Abklärung.

A) Alle Patienten

AI) Apparative vestibuläre Abklärungen

AIa) Anzahl Patienten mit apparativen vestibulären Abklärungen

Alle Patienten	291
Patienten ohne apparative vestibuläre Abklärung	149
Patienten mit apparativer vestibulärer Abklärung	142

Tabelle AIa) -1. Anzahl Patienten mit apparativen vestibulären Abklärungen

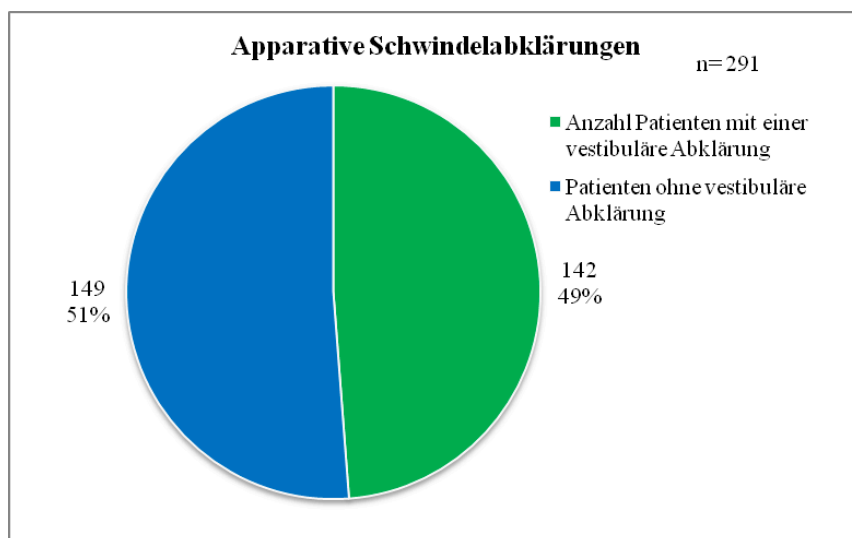


Diagramm AIa)-1. Alle apparativen vestibulären Abklärungen: ENG, VEMP, KIT, DVA, Nystagmogramm

AIb) Aufschlüsselung der apparativen vestibulären Abklärungen

AIb(i) ENG als Teil der apparativen vestibulären Abklärung

Anzahl Patienten	präoperativ	postoperativ
Patienten mit ENG	103	15
Patienten mit vestibulärer Abklärung ohne ENG	28	24
Patienten ohne vestibuläre Abklärung vor oder nach der Operation	11	103
Total apparativen vestibulären Abklärungen	131	39

Tabelle AIb(i) -2. ENG als Teil der apparativen vestibulären Abklärungen

Von den 142 Patienten die eine apparative vestibuläre Abklärung hatten gibt es 11 Patienten die vor der Operation und 103 Patienten die nach der Operation keine zusätzliche Abklärung hatten. 7 Patienten erhielten vor und nach der Operation eine kalorische Untersuchung. Die 118 ENG sind demnach auf 111 Patienten verteilt.

Somit hatten mehr als 75% der Patienten vor der Operation ein ENG zur vestibulären Abklärung.

Postoperativ hatten nur ein Teil der Patienten, die präoperativ eine apparative vestibuläre Abklärung hatten, eine vestibuläre Abklärung. Postoperativ hatten 15% der Patienten ein ENG. Bei den restlichen 62% der Patienten wurden die apparativen vestibulären Abklärungen vermehrt mit Hilfe eines KIT und der VEMP durchgeführt.

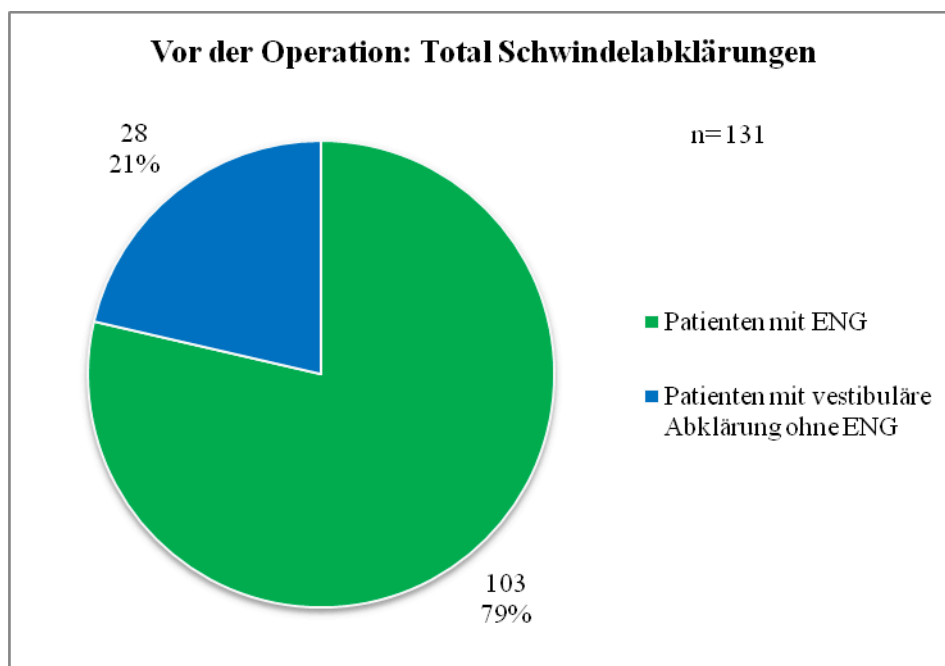


Diagramm AIb(i)-2. Präoperativ, alle apparativen vestibulären Abklärungen. Die vestibulären Abklärungen die vor der Operation gemacht wurden sind aufgeschlüsselt. Alle Patienten die mindestens ein ENG hatten, zählen zur grünen Gruppe. Die 28 Patienten die eine apparative vestibuläre Abklärung vor der Operation hatten, jedoch kein ENG, zählen zur blauen Gruppe

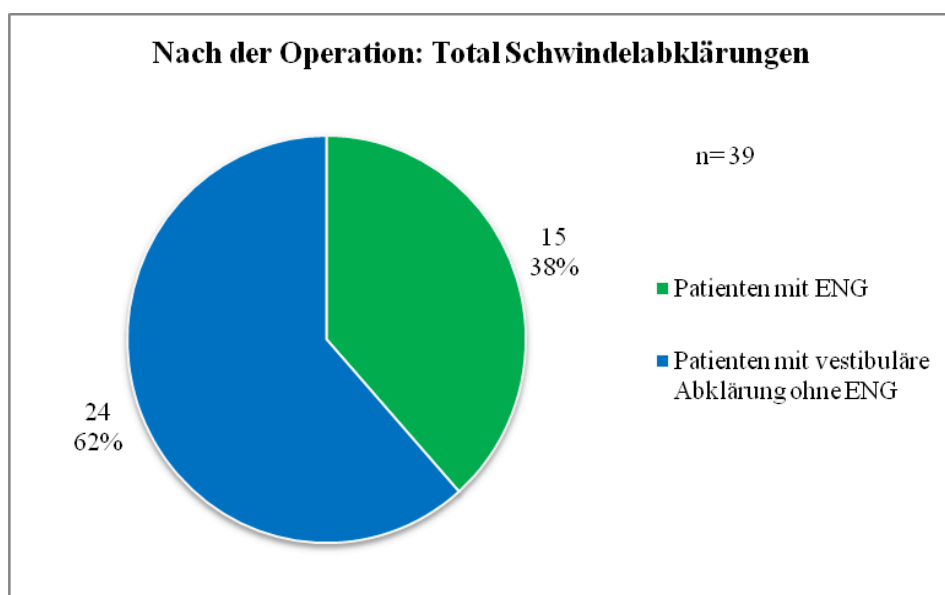


Diagramm AIb(i)-3. Postoperativ, alle apparativen vestibulären Abklärungen. Die vestibulären Abklärungen die nach der Operation gemacht wurden, sind aufgeschlüsselt. Alle Patienten die mindestens ein ENG hatten, zählen zur grünen Gruppe. Die 24 Patienten die eine apparative vestibuläre Abklärung nach der Operation hatten, jedoch kein ENG zählen zur blauen Gruppe.

Alb(ii) Aufschlüsselung der restlichen apparativen vestibulären Abklärungen

Die häufigste Abklärung vor der CI-Operation war das ENG, gefolgt von VEMP und KIT. Postoperativ überwiegen andere apparative vestibuläre Abklärungen als das ENG.

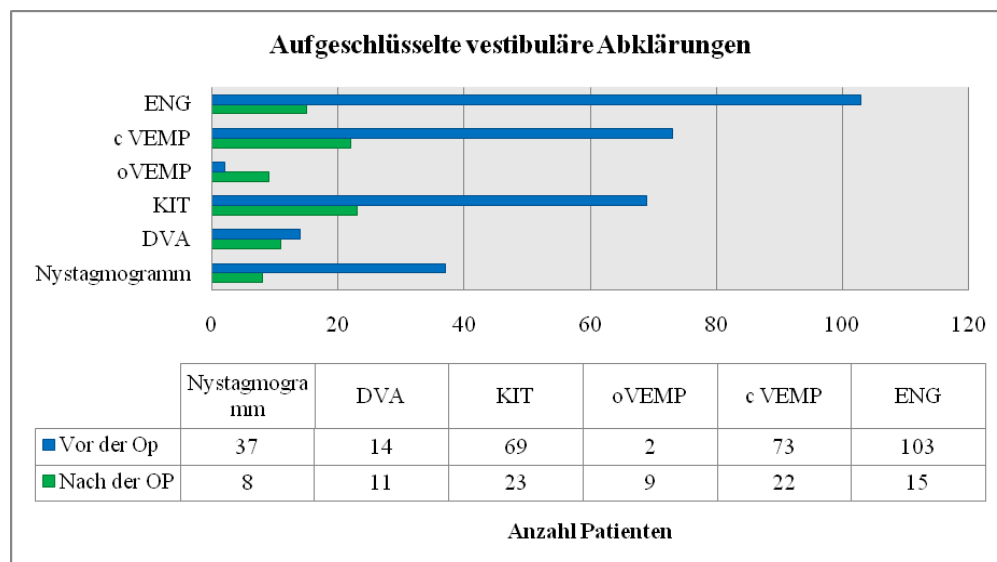


Diagramm Alb(ii)-4. Aufgeschlüsselte apparative vestibuläre Abklärungen. In diesem Diagramm sind alle durchgeführten apparativen vestibulären Abklärungen aufgezeigt. Teilweise hatten Patienten mehrere Abklärungen, weshalb die totale Anzahl Untersuchungen, die Anzahl der Patienten, übersteigt.

Allerdings kann man an der Zunahme der präoperativen ENG erkennen, dass die apparativen vestibulären Abklärungen in den letzten 5 Jahren stark zugenommen haben und sich dementsprechend die prozentuale Anzahl Patienten ohne apparative vestibuläre Abklärung stark verringert hat. Mit Fokus auf die letzten 5 Jahre hatten gemäss unseren Daten, 82 Patienten eine präoperative apparative vestibuläre Abklärung. Nur 6 Patienten wurden in den letzten 5 Jahren nicht apparativ abgeklärt. Dies entspricht einem Prozentsatz von lediglich 7% ohne apparative vestibuläre Abklärung.

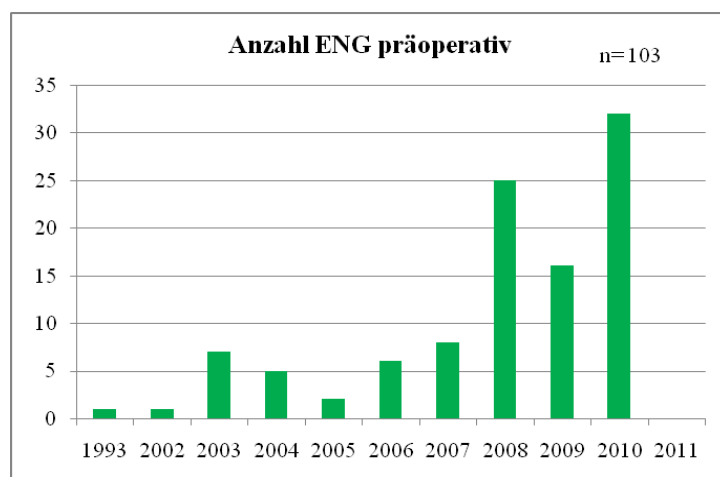


Diagramm Alb(ii)-5. Präoperativ, Anzahl ENG. Die durchgeführten präoperativen ENG haben in den letzten Jahren stark zugenommen. Am meisten Patienten mit einem ENG wurden im Jahre 2010 untersucht.

AII) Anamnestischer Schwindel

Von allen 142 Patienten mit einer apparativen vestibulären Abklärung gaben präoperativ 17% Schwindelbeschwerden an (24 Patienten), 8% verneinten Schwindelbeschwerden und bei 75% fanden sich keine Angaben bezüglich Schwindel in den Unterlagen.

Anzahl Patienten	präoperativ	postoperativ
Schwindel	24	42
Kein Schwindel	11	12
Keine Angaben	107	88

Tabelle AII) -3. Anamnestischer Schwindel

Wenn man davon ausgeht, dass die 75% der Patienten ohne Angaben keine wesentlichen Schwindelbeschwerden hatten, und grob geschätzt die andere Hälfte der Patienten ohne apparative vestibuläre Abklärung ebenfalls nicht an Schwindelbeschwerden litten, dann hatten präoperativ nur 24 Patienten von den total 291 implantierten Patienten Schwindelbeschwerden. Prozentual entspricht dies nur 8% aller implantierten Patienten.

Die Schwindelbeschwerden hatten sich nach der Operation fast verdoppelt. Zusätzliche 18 Patienten hatten einen neu auftretenden Schwindel angegeben. Postoperativ hatten 42 Patienten von total 291 implantierten Patienten Schwindelbeschwerden, dies entspricht bei den oben genannten Annahmen einem Anteil von 14%.

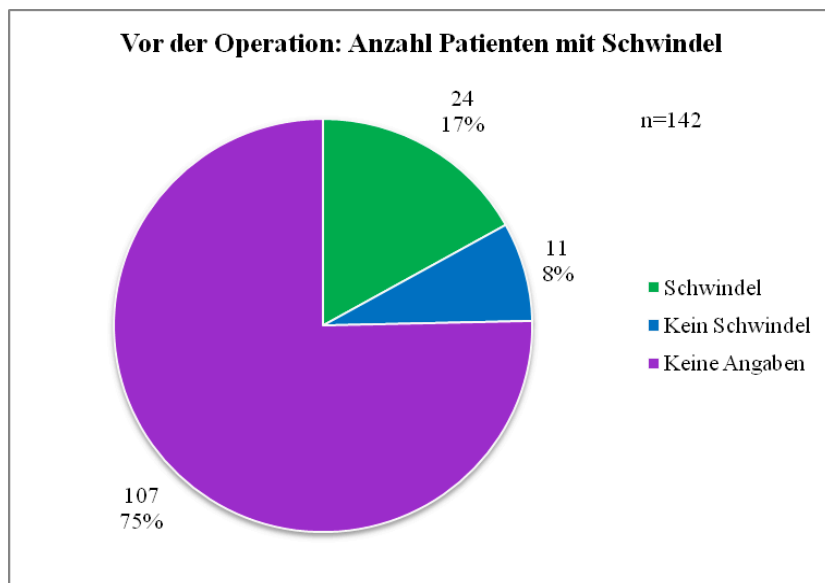


Diagramm AII-6. Präoperativ, Anamnestischer Schwindel. Betrifft alle 142 Patienten. Mittels Verlaufseinträgen, Diagnosen und anderen Berichten wurden die Patienten ermittelt, die Schwindel angegeben haben.

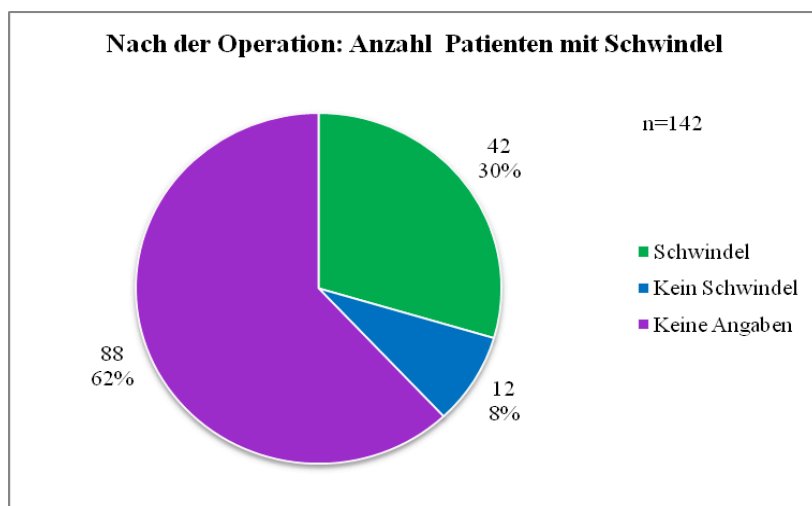


Diagramm AII-7. Betrifft alle 142 Patienten. Mittels Verlaufseinträgen, Diagnosen und anderen Berichten wurden die Patienten ermittelt, die Schwindel angegeben haben.

AIII) Alter und Schwindel im Zusammenhang

Das Alter der Patienten mit Schwindelbeschwerden zeigt eine Zunahme im Alter von 60 bis 70 Jahren sowie eine Abnahme ab 70 Jahren. Dabei ist zu berücksichtigen, dass Implantationen bei Patienten > 70 Jahre auch weniger häufig sind als in der Altersgruppe 60-70 Jahre. Sonst sind die Patienten weitgehend gleichmässig verteilt.

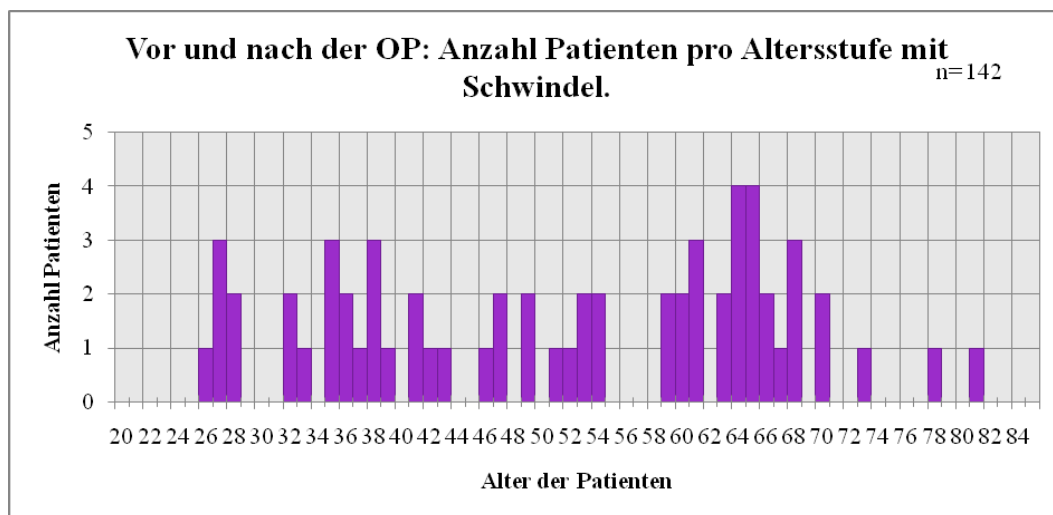


Diagramm AIII-8. Alter und Schwindel. Patienten die Schwindel angegeben haben in Abhängigkeit vom Alter.

AIV) Zusammenhang zwischen der Schwindeldiagnose und der audiologischen Diagnose bei allen Patienten mit anamnestischen Schwindel

Im Vergleich der prä- und postoperativen Diagramme fällt auf, dass die Schwindeldiagnose zentral nur präoperativ vorkommt. Dies bedeutet, dass dieser Patient, nach der Implantation keinen Schwindel mehr angegeben hat. Dasselbe gilt für den Patienten mit der Otosklerose.

Die Aufschlüsselung der Schwindeldiagnosen zeigt ein Überwiegen des Schwindels unklarer Ätiologie, sowohl prä- als auch postoperativ. Weiter kommen prä- und postoperativ die ein- und beidseitige Vestibulopathie vor. Präoperativ zeigte sich eine Häufung von Patienten mit einem Morbus Menière. Postoperativ tritt neu der BPLS als Diagnose auf.

Präoperativ überwiegen die traumatischen und „Andere“ Diagnosen der Schwerhörigkeit bei Patienten mit unklarem Schwindel. Postoperativ überwiegen auch „Andere“ „nicht näher definierte Ursachen der Schwerhörigkeit. Die traumatischen und kongenitalen Ursachen treten postoperativ ebenfalls gehäuft auf.

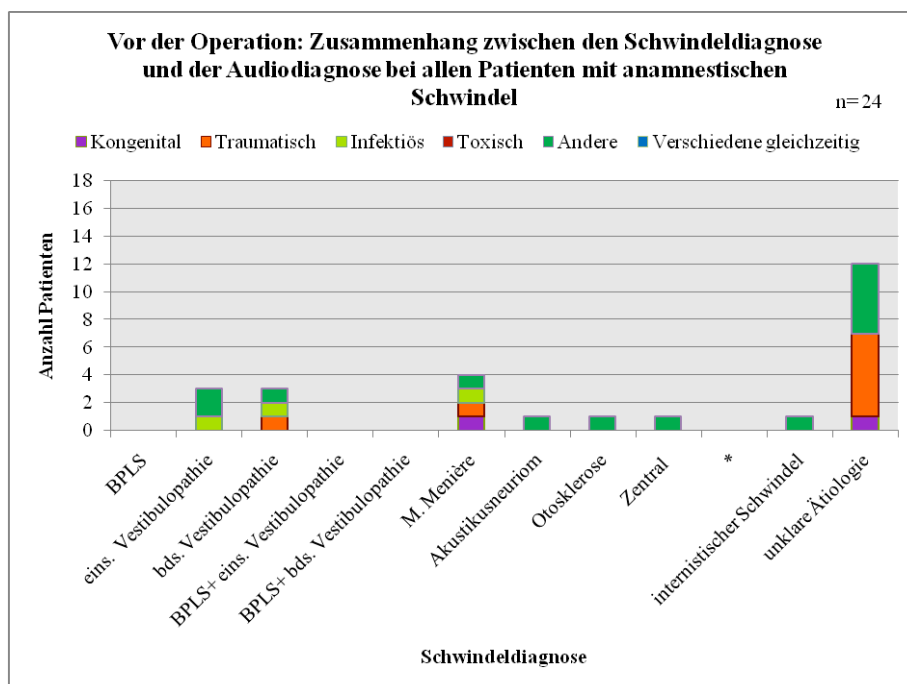


Diagramm AIV-9. Präoperativ, Die Schwindeldiagnosen im Zusammenhang mit den Audiodiagnosen bei Patienten mit Schwindel. Alle 24 Patienten die eine apparative vestibuläre Abklärung (ENG, VEMP, KIT, DVA, Nystagmogramm) hatten und vor der Operation über Schwindel klagten. * Weitere periphere vestibuläre Erkrankungen sind: Labyrinthitis, Ototoxische Labyrinthschädigung, Kanal-Dehiszenz-Syndrom und Perilymphfistel.

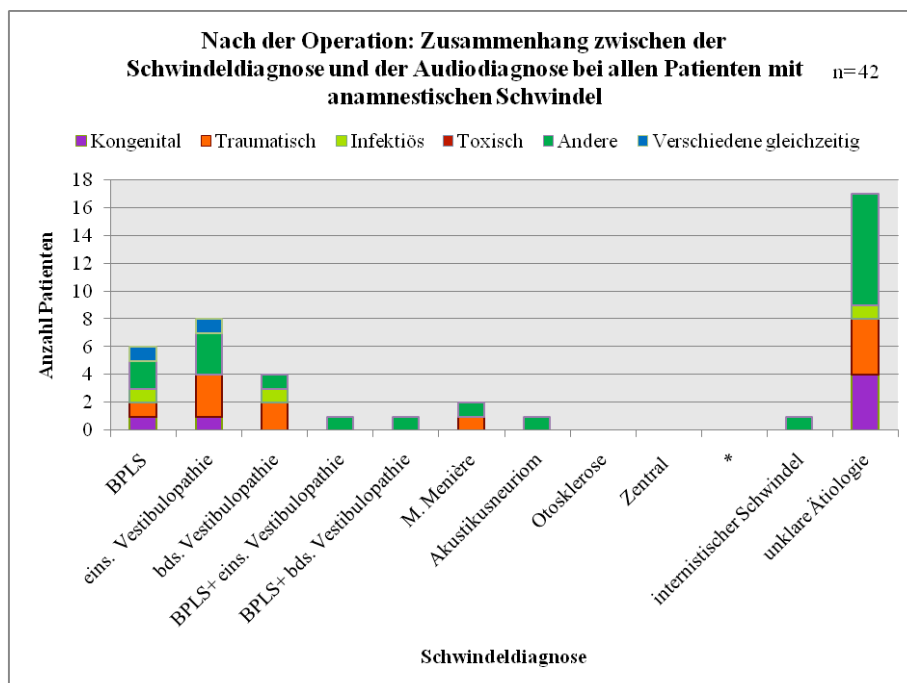


Diagramm AIV-10. Postoperativ, Die Schwindeldiagnosen im Zusammenhang mit den Audiodiagnosen bei Patienten mit Schwindel. Alle 42 Patienten die eine apparative vestibuläre Abklärung (ENG, VEMP, KIT, DVA, Nystagmogramm) hatten und nach der Operation über Schwindel klagten. * Weitere periphere vestibuläre Erkrankungen sind: Labyrinthitis, Ototoxische Labyrinthschädigung, Kanal-Dehiszenz-Syndrom und Perilymphfistel.

B) Patienten mit ENG

BI) Patienten mit einem ENG

Von den 142 Patienten mit einer apparativen vestibulären Abklärung hatten 103 Patienten ein präoperatives ENG, jedoch nur 15 Patienten ein postoperatives ENG. 7 Patienten hatten prä- und postoperativ ein ENG. Die effektive Anzahl Patienten beträgt demnach nur 111.

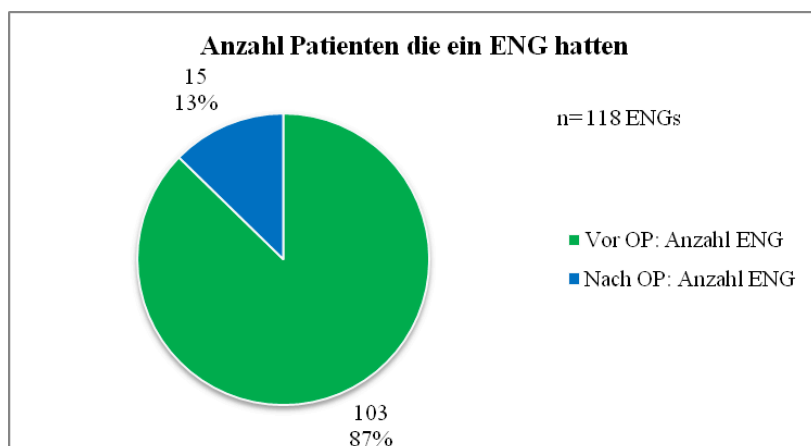


Diagramm BI-11. Patienten mit einem ENG. Dieses Diagramm fasst alle Patienten, die ein ENG hatten zusammen. Von den 118 Patienten gab es 7 die zwei ENGs hatten, das erste vor und das zweite nach der Operation.

BII) Audiologische Diagnose

Auffallend ist die grosse Anzahl an Patienten die eine „Andere“, d.h. meist unklare Ursache der Schwerhörigkeit haben.

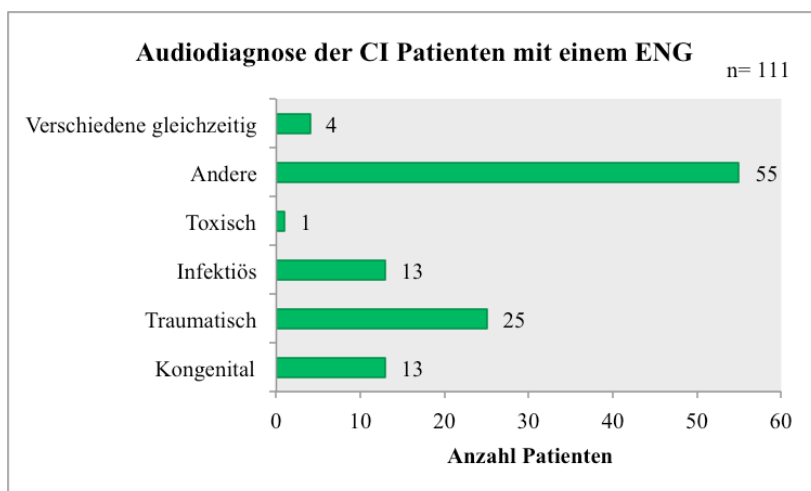


Diagramm BII-12. Audiologische Diagnose. Patienten, die ein ENG hatten, in Abhängigkeit der Diagnose.

BIII) Kalorik als Teil der ENG-Auswertung

BIIIa) Auswertung der Kalorik

Die Auswertung der Kalorik zeigte vor der Operation bei ca. der Hälfte der Patienten eine normale Funktion, ca. ein Viertel hatte eine einseitige oder beidseitige Untererregbarkeit.

Nach der Operation ist die Anzahl der auswertbaren kalorischen Untersuchungen (n=10) sehr gering, daher ist die Aussagekraft eingeschränkt. Aufgrund dieser geringen Anzahl postoperativer ENG's war eine Aussage über eine postoperative Verschlechterung der Vestibularfunktion (im Vergleich zur präoperativen Kalorik) nicht möglich.

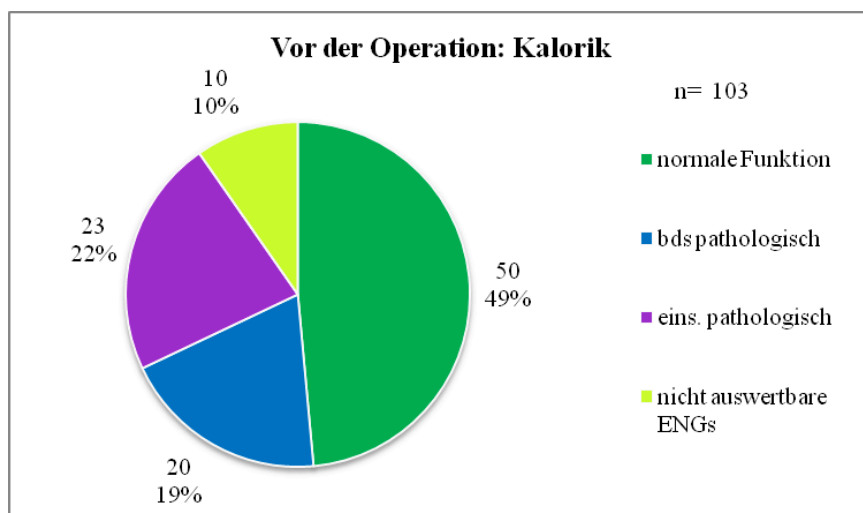


Diagramm BIIIa)-13. Präoperativ, Kalorik. Alle Patienten die ein ENG vor der Operation hatten sind hier ausgewertet. Normale Kalorik: Seitenunterschied <25%; pathologisch <5°/s; grenzwertig untererregbar 5-7°/s

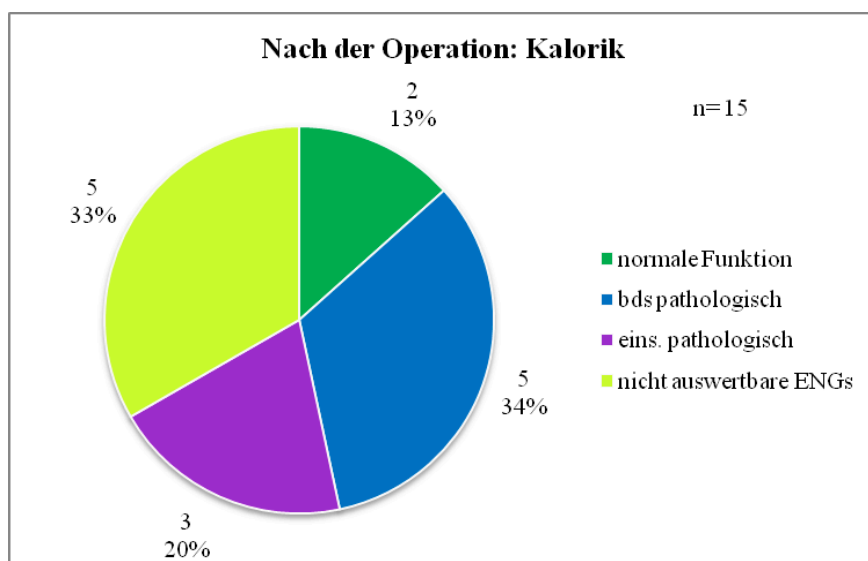


Diagramm BIIIa)-14. Postoperativ, Kalorik. Alle Patienten die ein ENG nach der Operation hatten sind hier ausgewertet. Normale Kalorik: Seitenunterschied <25%; pathologisch <5°/s; grenzwertig untererregbar 5-7°/s

Zu den 10 präoperativen ENG's und den 5 postoperativen ENG, die nicht ausgewertet werden konnten, gehören die kalorischen Untersuchungen die aus verschiedenen Gründen abgebrochen oder nicht durchgeführt wurden. Die häufigsten Gründe waren die mangelnde Kooperation, welche bei stark hörbehinderten Patienten oft erschwert ist, oder zu starke Symptome der Patienten und selten technische Mängel der Apparaturen.

BIIIb) Detaillierte Auswertung der Kalorik

	Vor der OP	Nach der OP
normale Funktion	50	2
Anz. Patienten mit normaler Funktion	45	2
Anz. Patienten mit normaler schwacher Funktion	5	0
bds. pathologisch	20	5
Anz. Patienten mit bds. <5	9	4
Grenzwertig 5-7	8	0
li unerregbar, re knapp über 5	2	1
re unerregbar, li knapp über 5	1	0
eins. pathologisch	23	3
einseitig rechts	13	3
einseitig links	10	0
nicht auswertbare ENG's	10	5
Alle ENG's	103	15

Tabelle BIIIb) -4. Detaillierte Auswertung der Kalorik

BIIIc) Detaillierte Auflistung der Patienten mit einem prä- und postoperativem ENG

In der unten stehenden Tabelle sind die 7 Patienten aufgeführt die prä- und postoperativ ein ENG hatten.

Patient	präoperativ	postoperativ
1	bds. pathologisch	bds. pathologisch
2	Nicht auswertbar	Nicht auswertbar
3	bds. pathologisch	Nicht auswertbar
4	bds. pathologisch	bds. pathologisch
5	normal	eins. Pathologisch
6	bds. pathologisch	bds. pathologisch
7	Nicht auswertbar	Nicht auswertbar

Tabelle BIIIc) -5. Auflistung der Patienten mit prä- und postoperativem ENG.

Nur ein Patient (Nr.5) zeigte eine veränderte Auswertung der Kalorik. Dieser Patient hatte vor der Operation noch eine normale Kalorik und danach ein einseitig pathologisches Resultat. Die Verschlechterung ist auf der gleichen Seite, wie die Implantation, auf der rechten Seite.

BIV) Zusammenhang zwischen der audiologischen Diagnose und der Kalorik

Die Patienten mit einem normalen ENG hatten am häufigsten „Andere“, traumatische oder kongenitale Ursachen. Es ist erkennbar dass die Mehrzahl der Patienten mit einer kongenitalen Schwerhörigkeit eine normale Kalorik hatte. Die Patienten mit einer Schwerhörigkeit bedingt durch ein Trauma hatten auch eine normale oder eine einseitig pathologische Kalorik. Die Kalorik bei infektiös bedingter Schwerhörigkeit ist dagegen meistens pathologisch.

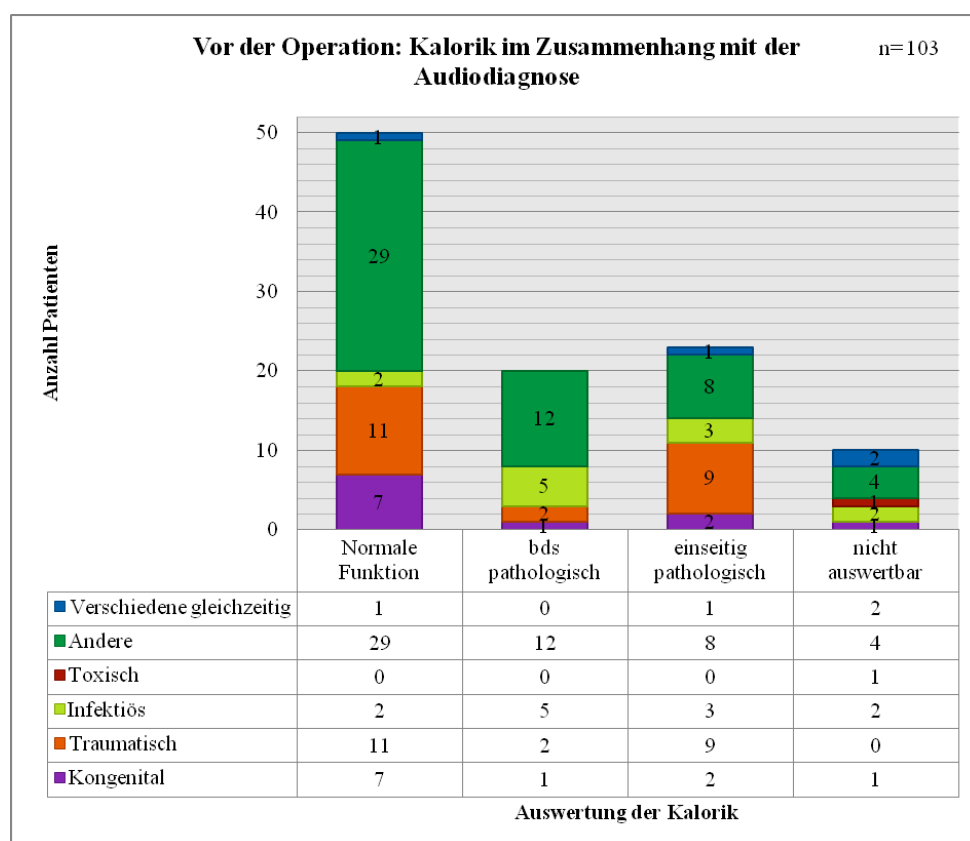


Diagramm BIV)-15. Präoperativ, Kalorik im Zusammenhang mit der audiologischen Diagnose. Die Patienten, die vor der Operation ein ENG hatten, sind nach ihrer audiologischen Diagnose und der ENG-Auswertung aufgelistet.

BV) Anamnestischer Schwindel und ENG

BVa) Anamnestischer Schwindel bei Patienten die ein ENG hatten

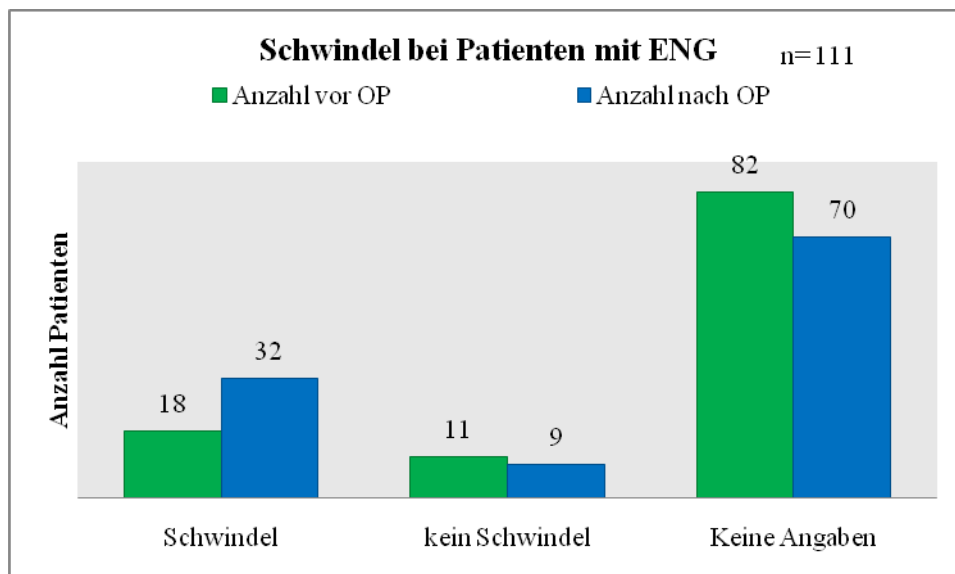


Diagramm BVa)-16. Schwindel bei Patienten mit einem ENG. Betrifft alle 111 Patienten mit ENG und Schwindel. Diese 111 Patienten sind in diesem Diagramm je einmal vor und einmal nach der Operation erfasst.

BVb) Schwindeldiagnose bei den Patienten mit anamnestischen Schwindel und einem ENG

Dieses Diagramm entspricht dem Diagramm BV)-16. Es wurde nur anhand des anamnestischen Schwindels aufgeschlüsselt und nicht anhand der Schwindeldiagnose.

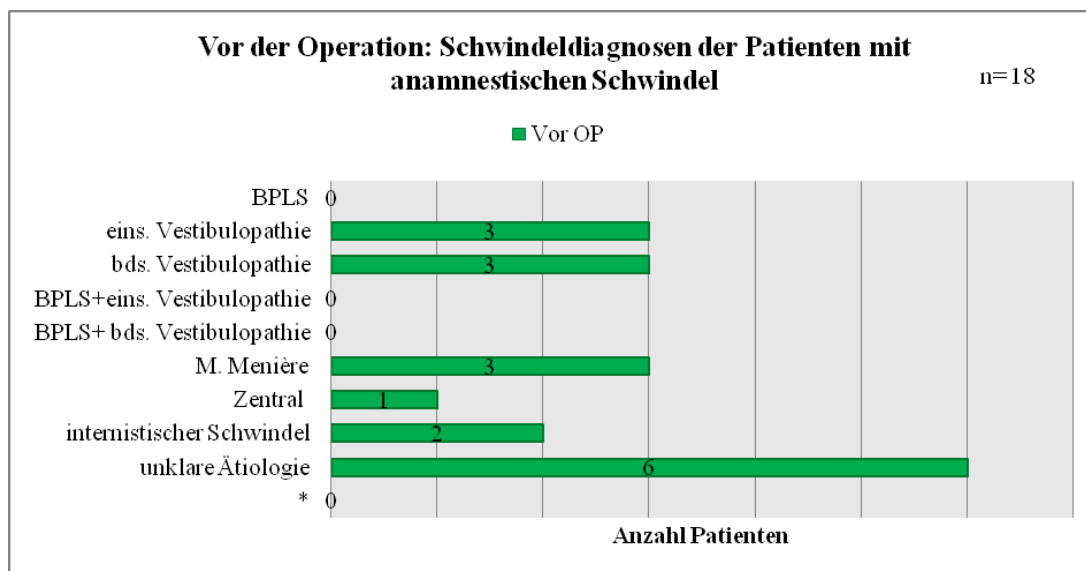


Diagramm BVb)-17. Präoperativ, Schwindeldiagnosen der Patienten mit Schwindel. Alle Patienten mit Schwindel und einem ENG. * Weitere vestibuläre Erkrankungen: Otosklerose, Labyrinthitis, Perilymphfistel, Kanal-Dehiszenz Syndrom, Akustikusneurinom, Ototoxische Labyrinthschädigung.

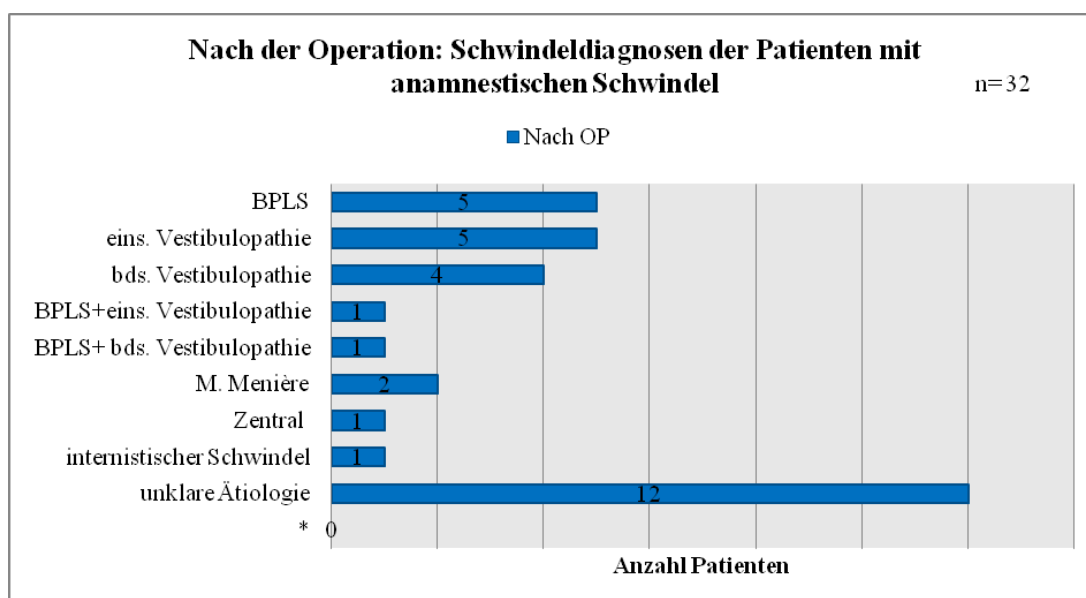


Diagramm BVb)-18. Postoperativ, Schwindeldiagnosen der Patienten mit Schwindel. Alle Patienten mit Schwindel und einem ENG. * Weitere vestibuläre Erkrankungen: Otosklerose, Labyrinthitis, Perilymphfistel, Kanal-Dehiszenz Syndrom, Akustikusneurinom, Ototoxische Labyrinthschädigung.

BVI) Zusammenhang zwischen der Schwindeldiagnose und der Kalorik

Vor und nach der Operation zeigt sich bei Patienten mit anamnestischen Schwindelbeschwerden, dass der grösste Teil der Patienten mit einseitiger oder beidseitiger Vestibulopathie sowie M. Menière eine pathologische Kalorik hatten. Eine normale kalorische Funktion kam nur bei zentralem, internistischem oder unklarem Schwindel vor. Nach der Operation hatte der grösste Teil der Patienten mit unklarem Schwindel keine Kalorik.

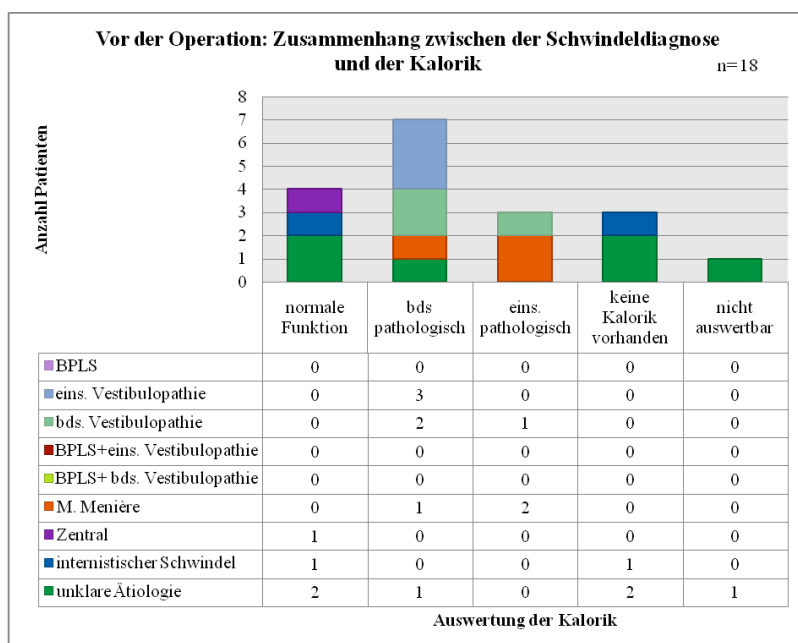


Diagramm BVI)-19. Präoperativ, Schwindeldiagnose und Kalorik. Es sind alle Patienten mit Schwindel und einer Schwindeldiagnose (SD) vor der Operation im Zusammenhang mit der kalorischen Funktion berücksichtigt. Patienten, die kein präoperatives ENG und somit auch keine Kalorik hatten, sind in der 4. Spalte zusammengefasst. Diese Patienten hatten aber postoperativ eine ENG Untersuchung und erscheinen daher in diesem Diagramm. (Siehe Diagramm BVa)

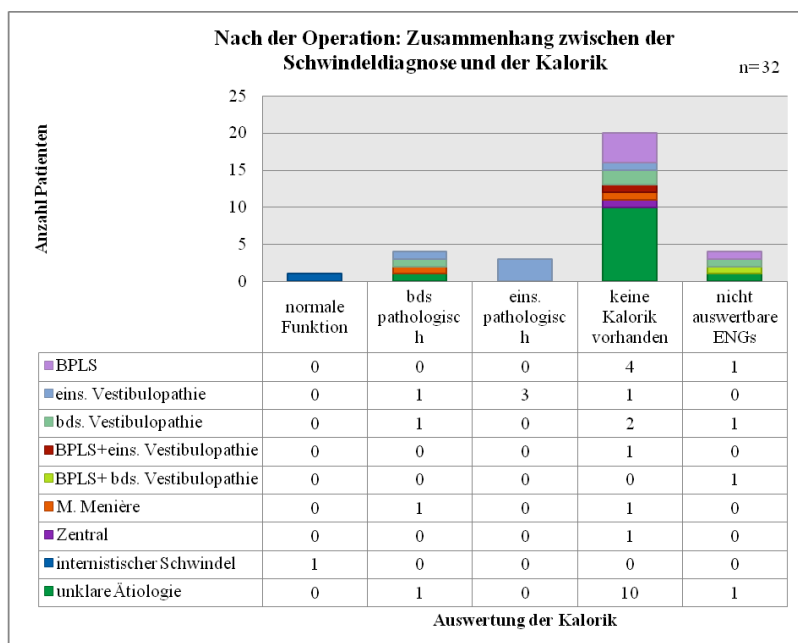


Diagramm BVI)-20. Postoperativ, Schwindel und Kalorik. Es sind alle Patienten mit Schwindel und einer Schwindeldiagnose (SD) nach der Operation im Zusammenhang mit der kalorischen Funktion berücksichtigt. Patienten die kein ENG und somit auch keine postoperative Kalorik hatten sind in der 4. Spalte zusammengefasst. Diese Patienten hatten aber präoperativ eine ENG Untersuchung und erscheinen daher in diesem Diagramm. (Siehe Diagramm BVa)

BVII) Zusammenhang zwischen anamnestischen Schwindel und ENG-Auswertung

Bei der Auswertung der Kalorik zeigt sich, dass bei den Patienten mit Schwindel der grösste Teil eine pathologische Kalorik hatte. Bei den Patienten ohne Schwindel ebenso. Nur bei den Patienten ohne Angaben zu Schwindelbeschwerden (welches den grössten Teil ausmacht) zeigt sich ein Überwiegen der normalen Kalorik.

Allerdings hat auch ca. 1/3 der Patienten ohne Angaben über Schwindelbeschwerden eine pathologische Kalorik. Dies zeigt die Notwendigkeit einer gezielten Schwindelanamnese, da die Kalorik ohne anamnestische Angaben nur eingeschränkt auswertbar ist.

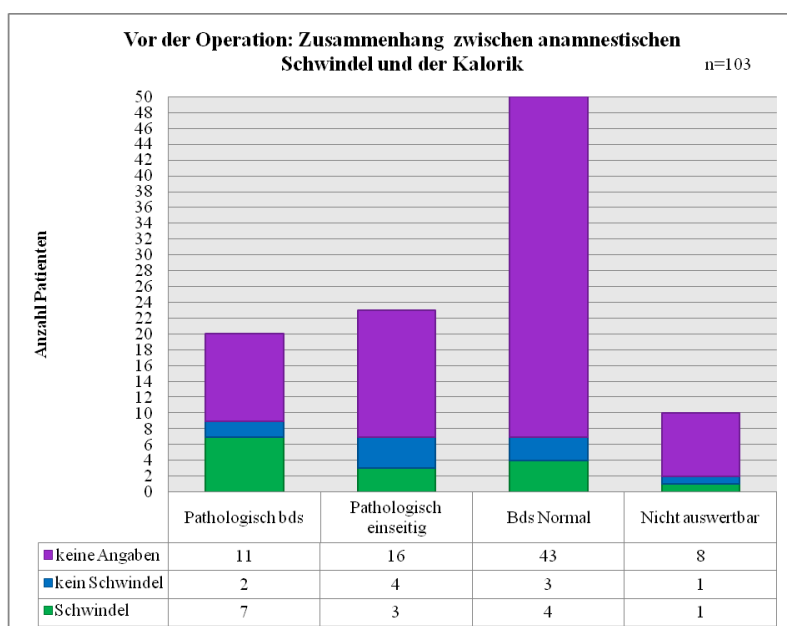


Diagramm BVII)-21. Präoperativ, Anamnestischer Schwindel und ENG. 103 Patienten mit einem präoperativen ENG im Zusammenhang mit Schwindel. Von den 103 präoperativen ENGs konnten 10 nicht ausgewertet werden. (Siehe Diagramm BI)

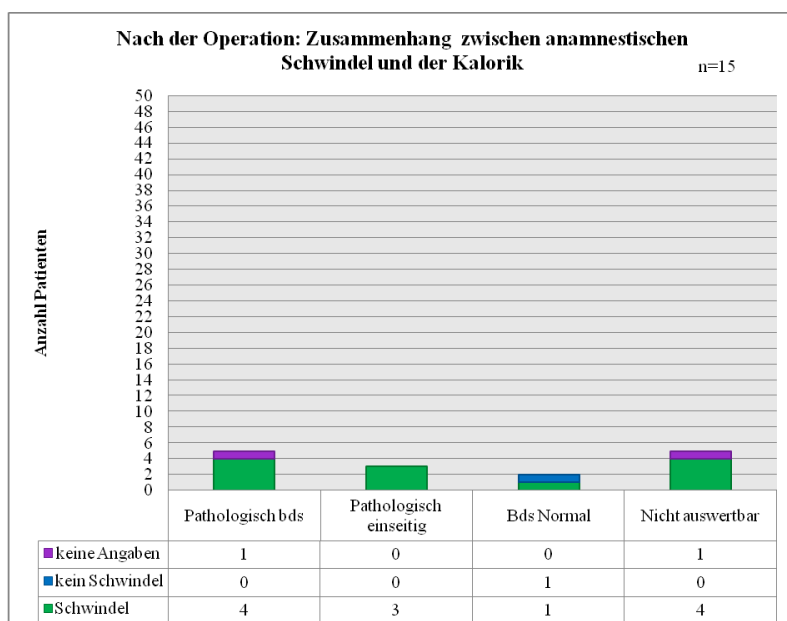


Diagramm BVII)-22.

Postoperativ, Anamnestischer Schwindel und ENG. 15 Patienten mit einem postoperativen ENG im Zusammenhang mit Schwindel. Von den 15 ENGs konnten 5 nicht ausgewertet werden. (Siehe Diagramm BI)

BVIII) Audiologische Diagnose bei Patienten mit Schwindel und ENG

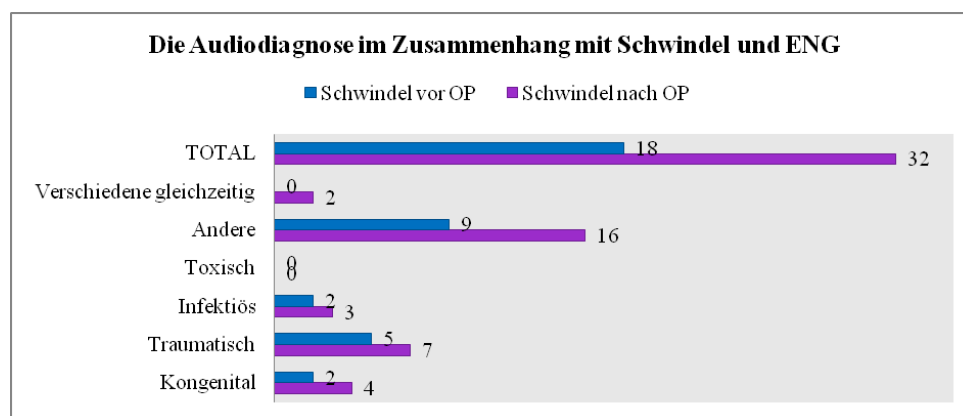


Diagramm BVIII)-23. Audiologische Diagnose bei Patienten mit Schwindel und ENG. Dieses Diagramm zeigt alle Patienten die prä- oder postoperativ Schwindelbeschwerden hatte. Die unter „Andere“ Ursachen der Schwerhörigkeit zusammengefassten Diagnosen sind diejenigen die noch nicht klar definiert werden konnten.

BIX) Zusammenhang zwischen der Schwindeldiagnose und audiologischen Diagnose bei Patienten mit einem ENG

Präoperativ gab es keine Patienten mit einem BPLS. Bereits sechs Patienten hatten vor der Operation einen Schwindel aufgrund einer Vestibulopathie.

Postoperativ hatten zusätzlich 13 Patienten Schwindel. Auffallend ist die Zunahme des BPLS aber auch der Vestibulopathie.

Im Vergleich der prä- und postoperativen Diagramme fällt auf, dass die Anzahl der Schwindeldiagnosen zentral, internistisch und M. Menière postoperativ abnimmt. Dies bedeutet, dass diese Patienten keinen Schwindel nach der Operation angegeben hatten.

Obschon eine Zunahme des Schwindels nach der Operation auffällt, können keine direkten Zusammenhänge zwischen den audiologischen Diagnose und der Schwindeldiagnose festgestellt werden. Dies ist möglicherweise durch die geringe Anzahl an Patienten bedingt.

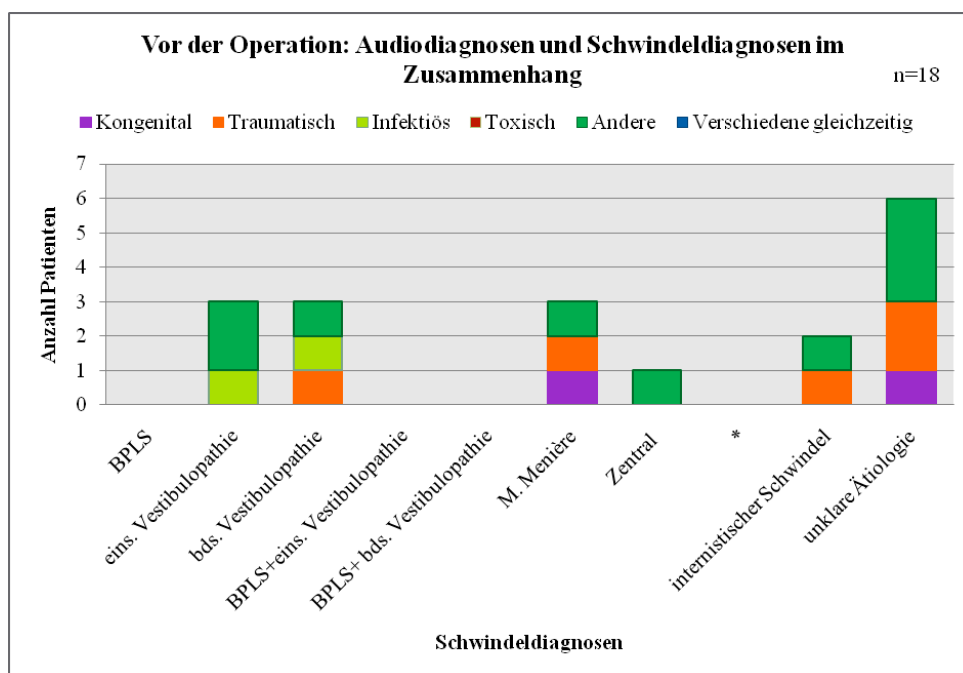


Diagramm BIX)-24. Präoperativ, Audio- und Schwindeldiagnose im Zusammenhang. Alle 18 Patienten die präoperativ Schwindel hatten und ein ENG. * Weitere peripher vestibuläre Erkrankungen sind: Labyrinthitis, Ototoxische Labyrinthschädigung, Kanal-Dehiszenz-Syndrom, Akustikusneurinom, Otosklerose und Perilymphfistel.

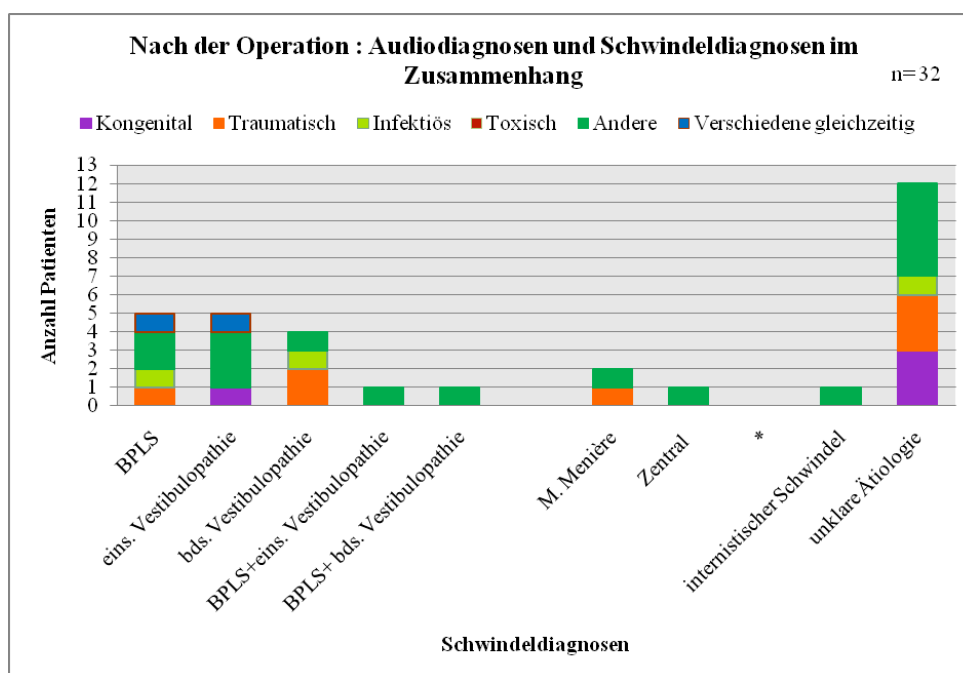


Diagramm BIX)-25. Postoperativ, Audio- und Schwindeldiagnose im Zusammenhang. Audiadiagnosen aller 31 Patienten die postoperativ Schwindel hatten und ein ENG. * Weitere peripher vestibuläre Erkrankungen sind: Labyrinthitis, Ototoxische Labyrinthschädigung, Kanal-Dehiszenz-Syndrom und Perilymphfistel.

BX) Zusammenhang zwischen der Schwindeldiagnosen und Audiadiagnosen bei Patienten mit einem pathologischen ENG

Durch den Vergleich des vorangehenden Diagramms(BIX-24/ 25) kann man klar erkennen, dass der Balken mit der unklaren Schwindelätiologie deutlich kleiner ist. Dies bedeutet dass die Kalorik, wenn sie beidseits normal ist, wenig dazu beiträgt den unklaren Schwindel zu klären. Eine pathologische Kalorik kann aber zur Diagnosestellung beim unklaren Schwindel hilfreich sein. Man erkennt auch, dass Patienten mit einem BPLS normalerweise keine pathologische Kalorik haben.

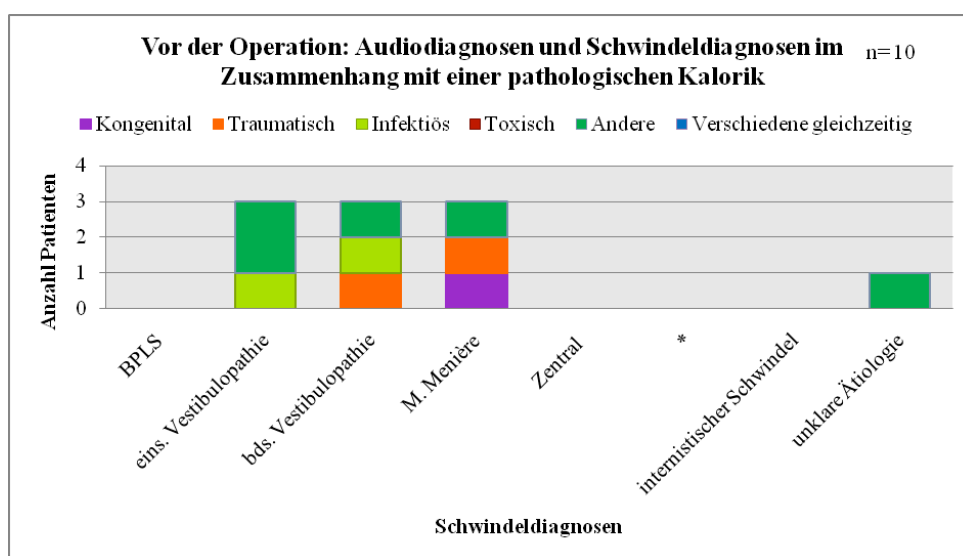


Diagramm BX)-26. Von 43 Patienten mit pathologischem ENG vor der Operation hatten 10 Schwindel.

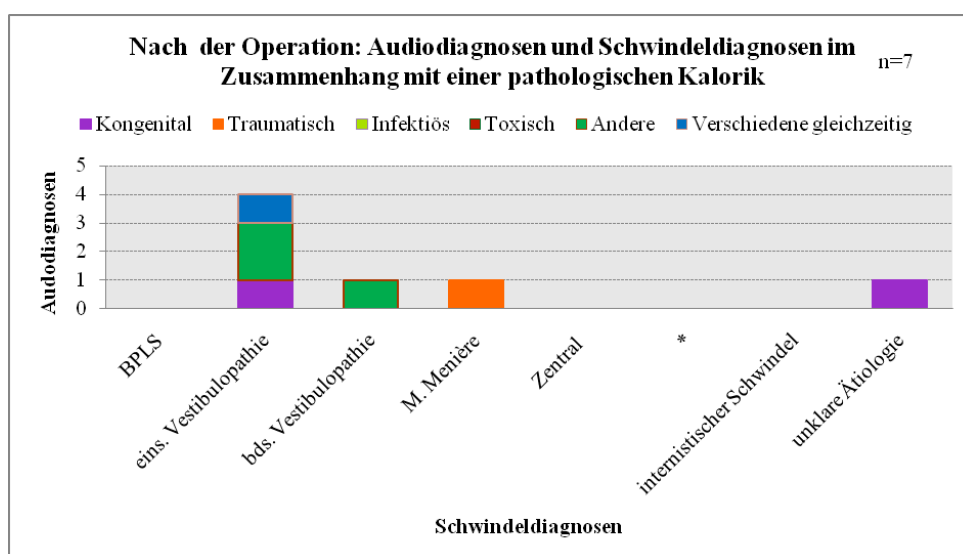


Diagramm BX)-27. Von 8 Patienten mit pathologischem ENG nach der Operation hatten 7 Schwindel.

Diskussion

Das Ziel dieser retrospektiven Analyse war, die Häufigkeit und die Ätiologie des Schwindels bei den Patienten mit einer Cochlea-Implantation zu ermitteln. Zusätzlich wollten wir überprüfen, ob sich ein Zusammenhang zwischen den Arten des Schwindels, der vestibulären Untersuchungen und der audiologischen Diagnose zeigte. Als wichtiges Untersuchungskriterium galten der anamnestische Schwindel und die apparativen vestibulären Abklärungen. Dazu wurden die vestibulären Abklärungen vor und, wenn vorhanden, nach der Operation berücksichtigt. Weiter interessierte uns die Funktions-Veränderung des vestibulären Apparates nach der Operation verglichen mit dem Zustand vor dem Eingriff.

Wichtigste Resultate

Im ersten Teil der Arbeit wurde die Häufigkeit der Abklärungen und des anamnestischen Schwindels ermittelt. Ein wichtiges Ergebnis ist die Anzahl vestibulärer Abklärungen bezogen auf die gesamte Anzahl ausgewerteter Cochlea-Patienten (291). Erstaunlicherweise wurde nur bei etwa der Hälfte der Patienten eine Prüfung der Vestibularorgane durchgeführt (142).

Etwas mehr als drei Viertel dieser 142 Patienten hatten präoperativ ein ENG, postoperativ wurde nur bei einem Drittel der Patienten ein ENG durchgeführt. Die restlichen zwei Drittel der postoperativen Untersuchungen waren der Kopf Impuls Test, die vestibulär evozierte myogenen Potentiale und der Dynamic visual acuity Test. Erstaunlich ist aber vor allem die abnehmende Anzahl vestibulärer Untersuchungen trotz der Zunahme an betroffenen Patienten nach der Operation. 46% hatten vor der Operation eine apparative Abklärung, aber nur circa 13% aller Patienten wurden nach der Operation noch einmal untersucht. Allerdings hat die Anzahl der durchgeführten apparativen vestibulären Abklärungen in den letzten 5 Jahren stark zugenommen. Denn in den letzten 5 Jahren hatten nur noch 7% Prozent der Patienten keine präoperative apparative Abklärung, da diese Abklärung seither routinemässig in die präoperativen Abklärungen eingeführt wurde.

Bei 17% war bereits vor der Operation ein Schwindel bekannt und bei drei Viertel der Patienten wurden nicht klar nach einem Schwindel gefragt respektive dokumentiert. Es ist anzunehmen, dass der Schwindel bei diesen Patienten kein wesentliches Problem darstellte. Nach der Operation hatten fast doppelt so viele Patienten Schwindel angegeben (34%). Mit der Annahme, dass die Patienten ohne eine explizite Schwindelangabe, als auch die Patienten die überhaupt keine apparative vestibuläre Abklärung erhielten, unter keinen Schwindel litten,

hatten 8% der Patienten präoperativ einen Schwindel. Postoperativ sind es mit derselben Annahme 14%, was fast einer Verdoppelung der Schwindelbeschwerden gleichkommt.

Bei der genaueren Betrachtung der Schwindeldiagnosen konnte man eine klare Mehrheit der unklaren Ätiologie erkennen. Auffallend war auch die postoperative Zunahme der BPLS Fälle und der Vestibulopathien.

Im zweiten Teil wurden die Patienten (111) mit einem ENG genauer analysiert. Die prä- und postoperativen ENG Auswertung konnte jedoch nicht verglichen werden, weil die Anzahl Patienten, die nach der Operation (15) noch ein ENG erhielten, zu gering war.

Vergleicht man die audiologische Diagnose und die Kalorik miteinander, fällt auf, dass etwa die Hälfte der Patienten vor der Operation eine normale Kalorik aufwiesen. Die häufigste Ursache der Schwerhörigkeit war bei diesen Patienten eine andere, traumatische oder kongenitale Ätiologie. Betrachtet man nur die traumatisch bedingte Schwerhörigkeit, ist ihre Kalorik zur Hälfte pathologisch, zur anderen normal. Nicht überraschend war aber, dass die Mehrzahl der Patienten mit einer infektiösen Ursache eine pathologische Kalorik hatte.

Patienten mit einem Schwindel im Zusammenhang mit den Resultaten der Kalorik zeigten meistens eine pathologische Kalorik. Bei den Patienten ohne Schwindelangaben gab es auch etwa ein Drittel mit einer pathologischen Kalorik, was die Notwendigkeit einer gezielteren Schwindelanamnese nahelegt.

Die Schwindeldiagnose im Zusammenhang mit der Kalorik zeigte das Patienten mit Morbus Menière oder einer Vestibulopathie meistens eine pathologische Kalorik hatten. Auffallend ist auch, dass Patienten mit einem postoperativen unklaren Schwindel keine Kalorik hatten. Dafür wurden häufig andere, erweiterte vestibuläre Abklärungen durchgeführt.

Nach Auswertung der Daten kann eine Tendenz, aber keine sichere Verknüpfung zwischen der Cochlea-Implantation und der beeinträchtigten Vestibularfunktion gemacht werden. Nur bei 4 Patienten wurde erwähnt dass der Schwindel von der Implantation stammen könnte. Unsere Annahmen, dass der Schwindel oft und zu einer hohen Wahrscheinlichkeit von der Implantation herrührt, konnte mit dieser Analyse nicht sicher bestätigt werden. Trotzdem ist ein Zusammenhang möglich und muss weiter erforscht werden.

Vergleich mit anderen Publikationen

Im Vergleich dazu verweise ich auf bereits bestehende Studien, in denen wir die folgenden Zusammenhänge vorfinden. In der Publikation von Hansen et al (2) wurde eine Komplikationsrate von Schwindel von 25% errechnet. Wie aber die Vergleichsstudie von Blödown und Westhofen (14) zeigt, sind die Schwindelangaben sehr unterschiedlich. In dieser Studie, wurden die prozentualen Angaben verschiedener Studien verglichen und eine Streuung von 0.33 bis 75% festgestellt. Zusätzlich sind die Kriterien für Schwindel und Ungleichgewicht sehr variabel, wodurch ein direkter Vergleich verschiedener Studien sehr schwer ist. In unserer Analyse haben wir jede Angabe von Schwindel oder von Gleichgewichtsstörungen zusammengefasst. Der Grund dafür war, die durch die retrospektive Datenerfassung, ungenaue Schwindeldokumentation, sodass wir oft keine genaueren Angaben zur Art des Schwindels finden konnten. In den anderen Studien wurde der Schwindel meistens genauer definiert und die Datenerfassung bereits von Beginn an besser strukturiert.

Stärken und Limitationen der Studie

Es handelt sich um eine retrospektive Analyse. Dadurch wurde die Auswertung durch mehrere ungenaue oder fehlende Angaben erheblich erschwert.

Erstens sind die Daten sehr inkonsequent und unvollständig dokumentiert. Nur Patienten mit Schwindel haben einen mehr oder weniger klaren Eintrag in einem der Verlaufsberichte, neurootologischen Berichte oder im Austrittsbericht. Patienten die mutmasslich keinen Schwindel hatten, bekamen meistens keinen Eintrag. Nur bei wenigen Patienten wurde aufgeschrieben, dass sie keinen Schwindel hatten. In allen andern Patientendaten wurde der Schwindel zu ungenau oder gar nicht dokumentiert, so dass wir keine genauere Anzahl berechnen konnten. Zusätzlich mussten wir annehmen, dass alle Patienten mit Schwindel auch eine Abklärung hatten. Somit wurden alle Patienten ohne apparative vestibuläre Abklärung aus der Studie ausgeschlossen mit der Annahme, dass sie keinen Schwindel hatten.

Zweitens konnten nur prozentuale Werte angegeben werden, weil keine Vergleichsgruppe vorhanden war, die eine aussagekräftige, statistisch signifikante Aussage zuliesse.

Fragen und Implikationen für die Klinik und Praxis

- Muss bei Patienten mit einer Cochlea-Implantation eine, und wenn ja welche, prä- und postoperative klinische und apparative vestibuläre Abklärung erfolgen, auch wenn keine anamnestischen Schwindelangaben vorliegen?

- Ist der präoperative Schwindel allenfalls eine Kontraindikation für die Operation?
- Wie gross ist der Vorteil des subjektiven und objektiven Hörgewinns in Relation zur möglichen Komplikation eines Schwindel zu werten?

Zusammenfassend können zwei abschliessende Folgerungen gemacht werden. Erstens sollte die präoperative vestibuläre Diagnostik und die Anamnese standardisiert werden. Damit könnte man in Zukunft genauere Angaben machen und die Zusammenhänge des Schwindels mit der Elektrodenimplantation exakter ermitteln. Auf diese Weise sollte den Patienten eine noch bessere Versorgung rund um die auditive Rehabilitation ermöglicht werden. Ziel sollte sein: A. Risikopatienten durch ein präoperatives Screening besser zu erfassen. B. Die Operationen der präoperativen Situation optimal anzupassen und damit den Schwindel weitgehend zu vermeiden. C. Patienten mit schlechten präoperativen Voraussetzungen besser auf die Komplikation vorzubereiten. Damit könnten die unangenehme Folge, der Schwindel, künftig noch häufiger verhindert werden.

Zweitens hat diese Analyse gezeigt, dass die bereits im vorherein angenommenen häufig auftretenden Schwindelursachen auch bei Patientin nach einer Cochlea-Implantation die häufigsten sind. Das bedeutet, dass die Untersuchungen, die bereits heute durchgeführt werden, den grössten Teil der Patienten mit einer Schwindelsensation klassifizieren können. Trotz dieser bereits oft richtigen und sinnvollen Untersuchungen sollten die seltenen Ursachen nicht vergessen werden und bei entsprechendem Verdacht die notwendigen Massnahmen rechtzeitig getroffen werden.

Literaturverzeichnis

1. Li Y, Zhang D. [Perioperative complications of 1396 patients with cochlear implantation]. *Lin Chung Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi*. 2010;24(10):433-5.
2. Hansen S, Anthonsen K, Stangerup SE, Jensen JH, Thomsen J, Cayé-Thomasen P. Unexpected findings and surgical complications in 505 consecutive cochlear implantations: a proposal for reporting consensus. *Acta Otolaryngol*. 2010;130(5):540-9.
3. Rudolf P, Gerhard G, Heinrich I. Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde. Frank R, Ulrich E, Thomas B, editors. 70469 Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2000.
4. Pschyrembel W. Pschyrembel Klinisches Wörterbuch. 263., neu bearb. und erw. Aufl. ed. Berlin: De Gruyter; 2011. 2428 S. p.
5. Boenninghaus H-G, Lenarz T. Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde. 12. Aufl. ed. Berlin: Springer; 2005. 399 p.
6. Ernst A, Battmer R-D, Todt I, Ernst A, Todt I. Die Entwicklung minimal-invasiver chirurgischer Verfahren zur Cochlear-Implant-Versorgung. *Cochlear Implant heute*. 2009.
7. Wolfgang S, Eckhard M, Martin T. Schwindel und Gleichgewichtsstörungen. 70469 Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
8. Scherer H, Plinkert PK, Klingmann C. Ungelöste Probleme bei der Untersuchung und Bewertung vestibulärer Störungen, Hören und Gleichgewicht. Springer Vienna; 2010. p. 79-93.
9. Béla DmB, Heinz PDmJ, Wolfgang MB. Schwindel und Gleichgewichtsstörungen. 1010 Wien: Verlagshaus der Ärzte GmbH; 2007.
10. Wiest G, Deecke L. Der benigne paroxysmale Lagerungsschwindel. *Journal für Neurologie, Neurochirurgie und Psychiatrie*. 2004;24-9.
11. Die Ableitung zervikaler und okulärer vestibulär evozierter myogener Potentiale [database on the Internet]. Springer-Verlag 2010. 2010.
12. Hegemann SC, Palla A. New methods for diagnosis and treatment of vestibular diseases. *F1000 Med Rep*. 2010;2:60.
13. Vital D, Hegemann SC, Straumann D, Bergamin O, Bockisch CJ, Angehrn D, et al. A new dynamic visual acuity test to assess peripheral vestibular function. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2010;136(7):686-91.
14. Blödown A, Westhofen M. Vestibuläre Effekte der Cochlea Implantation. *Hören und Gleichgewicht*. 2010.

Liste der Diagramme

Diagramm AIa)-1. Alle apparativen vestibulären Abklärungen: ENG, VEMP, KIT, DVA, Nystagmogramm..	20
Diagramm AIb(i)-2. Präoperativ, alle apparativen vestibulären Abklärungen . Die vestibulären Abklärungen die vor der Operation gemacht wurden sind aufgeschlüsselt. Alle Patienten die mindestens ein ENG hatten, zählen zur grünen Gruppe. Die 28 Patienten die eine apparative vestibuläre Abklärung vor der Operation hatten, jedoch kein ENG, zählen zur blauen Gruppe	22
Diagramm AIb(i)-3. Postoperativ, alle apparativen vestibulären Abklärungen. Die vestibulären Abklärungen die nach der Operation gemacht wurden, sind aufgeschlüsselt. Alle Patienten die mindestens ein ENG hatten, zählen zur grünen Gruppe. Die 24 Patienten die eine apparative vestibuläre Abklärung nach der Operation hatten, jedoch kein ENG zählen zur blauen Gruppe.	22
Diagramm AIb(ii)-4. Aufgeschlüsselte apparative vestibuläre Abklärungen. In diesem Diagramm sind alle durchgeführten apparativen vestibulären Abklärungen aufgezeigt. Teilweise hatten Patienten mehrere Abklärungen, weshalb die totale Anzahl Untersuchungen, die Anzahl der Patienten, übersteigt.	23
Diagramm AIb(ii)-5. Präoperativ, Anzahl ENG. Die durchgeführten präoperativen ENG haben in den letzten Jahren stark zugenommen. Am meisten Patienten mit einem ENG wurden im Jahre 2010 untersucht.	23
Diagramm AII-6. Präoperativ, Anamnestischer Schwindel. Betrifft alle 142 Patienten. Mittels Verlaufseinträgen, Diagnosen und anderen Berichten wurden die Patienten ermittelt, die Schwindel angegeben haben.....	25
Diagramm AII-7. Betrifft alle 142 Patienten. Mittels Verlaufseinträgen, Diagnosen und anderen Berichten wurden die Patienten ermittelt, die Schwindel angegeben haben.	25
Diagramm AIII-8. Alter und Schwindel. Patienten die Schwindel angegeben haben in Abhängigkeit vom Alter.	26
Diagramm AIV-9. Präoperativ, Die Schwindeldiagnosen im Zusammenhang mit den Audiadiagnosen bei Patienten mit Schwindel. Alle 24 Patienten die eine apparative vestibuläre Abklärung (ENG, VEMP, KIT, DVA, Nystagmogramm) hatten und vor der Operation über Schwindel klagten. * Weitere periphere vestibuläre Erkrankungen sind: Labyrinthitis, Ototoxische Labyrinthschädigung, Kanal-Dehiszenz-Syndrom und Perilymphfistel.....	27
Diagramm AIV-10. Postoperativ, Die Schwindeldiagnosen im Zusammenhang mit den Audiadiagnosen bei Patienten mit Schwindel. Alle 42 Patienten die eine apparative vestibuläre Abklärung (ENG, VEMP, KIT, DVA, Nystagmogramm) hatten und nach der Operation über Schwindel klagten. * Weitere periphere vestibuläre Erkrankungen sind: Labyrinthitis, Ototoxische Labyrinthschädigung, Kanal-Dehiszenz-Syndrom und Perilymphfistel.....	27
Diagramm BI-11. Patienten mit einem ENG. Dieses Diagramm fasst alle Patienten, die ein ENG hatten zusammen. Von den 118 Patienten gab es 7 die zwei ENGs hatten, das erste vor und das zweite nach der Operation.	28
Diagramm BII-12. Audiologische Diagnose. Patienten, die ein ENG hatten, in Abhängigkeit der Diagnose.	28
Diagramm BIIIa)-13. Präoperativ, Kalorik. Alle Patienten die ein ENG vor der Operation hatten sind hier ausgewertet. Normale Kalorik: Seitenunterschied <25%; pathologisch <5°/s; grenzwertig untererregbar 5-7°/s.....	29
Diagramm BIIIa)-14. Postoperativ, Kalorik. Alle Patienten die ein ENG nach der Operation hatten sind hier ausgewertet. Normale Kalorik: Seitenunterschied <25%; pathologisch <5°/s; grenzwertig untererregbar 5-7°/s.....	29
Diagramm BIV)-15. Präoperativ, Kalorik im Zusammenhang mit der audiologischen Diagnose. Die Patienten, die vor der Operation ein ENG hatten, sind nach ihrer audiologischen Diagnose und der ENG-Auswertung aufgelistet.....	31
Diagramm BVa)-16. Schwindel bei Patienten mit einem ENG. Betrifft alle 111 Patienten mit ENG und Schwindel. Diese 111 Patienten sind in diesem Diagramm je einmal vor und einmal nach der Operation erfasst.....	32
Diagramm BVb)-17. Präoperativ, Schwindeldiagnosen der Patienten mit Schwindel. Alle Patienten mit Schwindel und einem ENG. * Weitere vestibuläre Erkrankungen: Otosklerose, Labyrinthitis, Perilymphfistel, Kanal-Dehiszenz Syndrom, Akustikusneurinom, Ototoxische Labyrinthschädigung.	33

Diagramm BVb)-18. Postoperativ, Schwindeldiagnosen der Patienten mit Schwindel. Alle Patienten mit Schwindel und einem ENG. * Weitere vestibuläre Erkrankungen: Otosklerose, Labyrinthitis, Perilymphfistel, Kanal-Dehiszenz Syndrom, Akustikusneurinom, Ototoxische LabyrinthSchädigung.	33
Diagramm BVI)-19. Präoperativ, Schwindeldiagnose und Kalorik. Es sind alle Patienten mit Schwindel und einer Schwindeldiagnose (SD) vor der Operation im Zusammenhang mit der kalorischen Funktion berücksichtigt. Patienten, die kein präoperatives ENG und somit auch keine Kalorik hatten, sind in der 4. Spalte zusammengefasst. Diese Patienten hatten aber postoperativ eine ENG Untersuchung und erscheinen daher in diesem Diagramm. (Siehe Diagramm BVa).....	34
Diagramm BVI)-20. Postoperativ, Schwindel und Kalorik. Es sind alle Patienten mit Schwindel und einer Schwindeldiagnose (SD) nach der Operation im Zusammenhang mit der kalorischen Funktion berücksichtigt. Patienten die kein ENG und somit auch keine postoperative Kalorik hatten sind in der 4. Spalte zusammengefasst. Diese Patienten hatten aber präoperativ eine ENG Untersuchung und erscheinen daher in diesem Diagramm. (Siehe Diagramm BVa).....	34
Diagramm BVII)-21. Präoperativ, Anamnestischer Schwindel und ENG. 103 Patienten mit einem präoperativen ENG im Zusammenhang mit Schwindel. Von den 103 präoperativen ENGs konnten 10 nicht ausgewertet werden. (Siehe Diagramm BI).....	35
Diagramm BVII)-22. Postoperativ, Anamnestischer Schwindel und ENG. 15 Patienten mit einem postoperativen ENG im Zusammenhang mit Schwindel. Von den 15 ENGs konnten 5 nicht ausgewertet werden. (Siehe Diagramm BI).....	35
Diagramm BVIII)-23. Audiologische Diagnose bei Patienten mit Schwindel und ENG. Dieses Diagramm zeigt alle Patienten die prä- oder postoperativ Schwindelbeschwerden hatte. Die unter „Andere“ Ursachen der Schwerhörigkeit zusammengefassten Diagnosen sind diejenigen die noch nicht klar definiert werden konnten.	36
Diagramm BIX)-24. Präoperativ, Audio- und Schwindeldiagnose im Zusammenhang. Alle 18 Patienten die präoperativ Schwindel hatten und ein ENG. * Weitere peripher vestibuläre Erkrankungen sind: Labyrinthitis, Ototoxische LabyrinthSchädigung, Kanal-Dehiszenz-Syndrom, Akustikusneurinom, Otosklerose und Perilymphfistel.	37
Diagramm BIX)-25. Postoperativ, Audio- und Schwindeldiagnose im Zusammenhang. Audiodiagnosen aller 31 Patienten die postoperativ Schwindel hatten und ein ENG. * Weitere peripher vestibuläre Erkrankungen sind: Labyrinthitis, Ototoxische LabyrinthSchädigung, Kanal-Dehiszenz-Syndrom und Perilymphfistel. ..	37
Diagramm BX)-26. Von 43 Patienten mit pathologischem ENG vor der Operation hatten 10 Schwindel.....	38
Diagramm BX)-27. Von 8 Patienten mit pathologischem ENG nach der Operation hatten 7 Schwindel.	38

Liste der Tabellen

Tabelle AIa) -1. Anzahl Patienten mit apparativen vestibulären Abklärungen	20
Tabelle AIb(i) -2. ENG als Teil der apparativen vestibulären Abklärungen	21
Tabelle AII) -3. Anamnestischer Schwindel	24
Tabelle BIIIb) -4. Detaillierte Auswertung der Kalorik	30
Tabelle BIIIc) -5. Auflistung der Patienten mit prä- und postoperativem ENG.....	30

Liste der verwendeten Abkürzungen

Anz.	Anzahl
Bds.	Beidseitig
BPLS	Benigner Paroxysmaler Lagerungsschwindel
ca.	Circa

DVA	Dynamic visual acquity
Eins.	Einseitig
ENG	Elektronystagmographie
KIT	Kopf Impuls Test
VEMP	Vestibulär evozierte myogene Potentiale

Lebenslauf

Annik Lichtenhahn

Geschlecht: Weiblich

Geburtsdatum: 21.07.1987

Heimatort und Kanton CH: Schwyz, SZ

Ausbildung:

Primarschule (1994, Schulhaus Herrengasse, Schwyz)

Primarschule (1995, Schulhaus Mythen, Rickenbach)

Mittelschule (2000 ,Rubiswil, Schwyz, Sekundarschule)

Mittelschule (2002, Theresianum, Ingenbohl, Gymnasium)

Medizinstudium (2007, Universität Fribourg, Fribourg, Humanmedizin)

Medizinstudium(2010, Universität Zürich, Zürich, Humanmedizin)